

**Aus der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik
der Universitätsklinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz**

Untersuchung zur Okklusionsbedingten Frontzahnkinetik

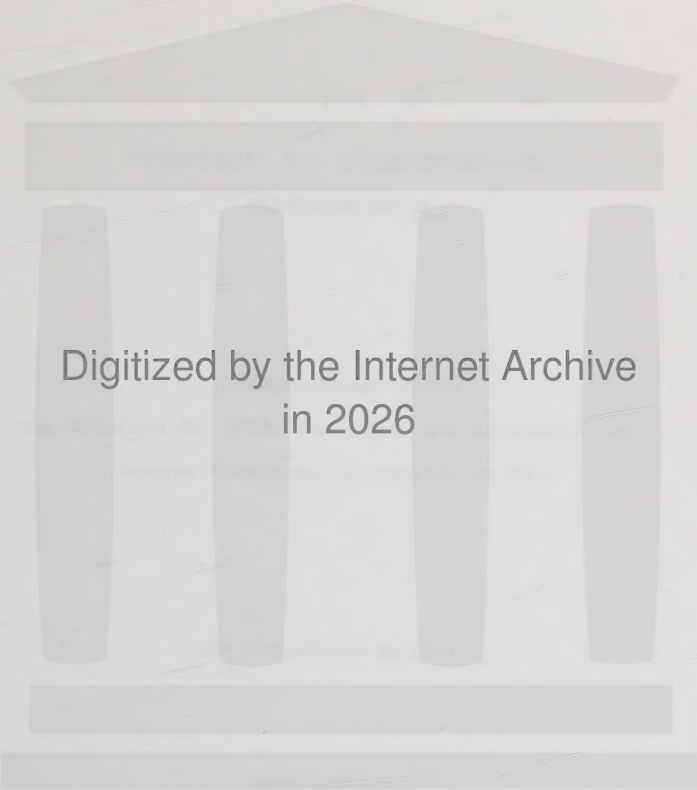
**Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin der
Johannes Gutenberg-Universität in Mainz**

dem Fachbereich Medizin

vorgelegt von

Bernd Kaiser
aus Miltenberg

Mainz 1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik
der Universitätsklinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg- Universität Mainz

UNTERSUCHUNG ZUR OKKLUSIONSBEDINGTEN
FRONTZAHNKINETIK

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin der
Johannes Gutenberg- Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin

vorgelegt von

BERND KAISER
aus Miltenberg

Mainz 1981

Dekan : Professor Dr. K. - H. Bäßler

1. Gutachter : Professor Dr. G. Siebert

2. Gutachter : Professor Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung : 14. Okt. 1981



MEINEN LIEBEN ELTERN

GEWIDMET

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1.o. Einleitung	1
2.o. Zahnbeweglichkeitsmessung im Schrifttum . . .	2
3.o. Material und Methode	5
3.1. Versuchsaufbau	5
3.1.1. Die Meßstelle	6
3.1.2. Der Eichblock	8
3.1.3. Der Verstärker	9
3.1.4. Der Kompensationsschreiber	10
3.2. Herstellung der paraokklusalen Schienen .	11
3.3. Probanden	13
3.4. Vorbereitung der Messungen	13
3.4.1. Null-Punktabgleich der Verstärker und Kompensationsschreiber	14
3.4.2. Eichung des Vollausschlages . . .	14
3.4.3. Befestigung der paraokklusalen . . Schienen	15
3.4.4. Befestigung der Mu-Metallplättchen am Meßobjekt	15
3.4.5. Anbringen des Meßaufnehmers . . .	15
3.5. Ausführung der Messungen	16
3.6. Entfernung der paraokklusalen Schienen .	17
3.7. Auswertung	17
4.o. Eigene Untersuchungen	19
4.1. Schliessen	19
4.1.1. OK-Frontzähne mit Antagonisten-. . kontakt	19
4.1.2. OK-Frontzähne ohne Antagonisten-. . kontakt	20
4.1.3. UK-Frontzähne mit Antagonisten-. . kontakt	21
4.1.4. UK-Frontzähne ohne Antagonisten-. . kontakt	21
4.1.5. Zusammenfassung	22

	Seite
4.2. Pressen	23
4.2.1. OK-Frontzähne mit Antagonisten- kontakt	24
4.2.2. OK-Frontzähne ohne Antagonisten- kontakt	25
4.2.3. UK-Frontzähne mit Antagonisten- kontakt	25
4.2.4. UK-Frontzähne ohne Antagonisten- kontakt	26
4.2.5. Zusammenfassung	27
4.3. Vibrieren	28
4.3.1. OK-Frontzähne	28
4.3.2. UK-Frontzähne	30
4.3.3. Zusammenfassung	31
4.4. Reiben	32
4.4.1. OK-Frontzähne	32
4.4.2. UK-Frontzähne	34
4.4.3. Zusammenfassung	36
4.5. Hacken	37
4.5.1. OK-Frontzähne	37
4.5.2. UK-Frontzähne	39
4.5.3. Zusammenfassung	40
4.6. Laterotrusion	41
4.6.1. OK-Frontzähne der Arbeitsseite	42
4.6.2. OK-Frontzähne der Balanceseite	43
4.6.3. UK-Frontzähne der Arbeitsseite	45
4.6.4. UK-Frontzähne der Balanceseite	46
4.6.5. Zusammenfassung	48
4.7. Protrusion	50
4.7.1. OK-Frontzähne	54
4.7.2. UK-Frontzähne	56
4.7.3. Zusammenfassung	58
4.8. Aus Protrusion zurück in maximale	
Interkuspidation	60
4.8.1. OK-Frontzähne	60
4.8.2. UK-Frontzähne	62
4.8.3. Zusammenfassung	63

	Seite
4.9. Schlucken	64
4.9.1. OK-Frontzähne	65
4.9.2. UK-Frontzähne	66
4.9.3. Zusammenfassung	67
4.10. Zungendruck	67
4.10.1. Mittlere obere Schneidezähne . .	68
4.10.2. Seitliche obere Schneidezähne .	69
4.10.3. Mittlere untere Schneidezähne .	69
4.10.4. Seitliche untere Schneidezähne .	70
4.10.5. Zusammenfassung	71
4.11. Intrusion	71
5.o. Diskussion	73
6.o. Zusammenfassung	78
7.o. Literaturverzeichnis	80
8.o. Anhang	87
9.o. Lebenslauf	136

1. Einleitung

In den vergangenen 50 Jahren wurden zahlreiche Publikationen der Messung von Zahnbeweglichkeiten gewidmet. Die darin gewonnenen Erkenntnisse über eine erhöhte Zahnbeweglichkeit als Symptom parodontaler Destruktion, traumatisierender Okklusion, unzureichender zahnärztlicher Rehabilitation sowie als Folge orthodontischer Behandlungen, haben als unbestrittene Tatsachen Eingang in die zahnärztliche Wissenschaft gefunden. Vor allem die Suche nach objektivierbaren Methoden zur Frühdiagnose parodontaler Erkrankungen bildete das Kernproblem nahezu aller dieser Untersuchungen.

Dementsprechend wurden die zu messenden Zähne in verschiedenster Art und Weise genommen, exakt bestimmbar und reproduzierbaren Kräfteeinwirkungen ausgesetzt; die resultierenden Zahnauslenkungen ließen Rückschlüsse auf den Funktionszustand der Parodontien zu.

Wenig Wissen existiert hingegen über diejenigen physiologischerweise auftretenden Zahnbewegungen, welche okklusionsbedingt bei klinisch gesunden parodontalen Verhältnissen auftreten. So war es Aufgabe der vorliegenden Arbeit, derartige bei Leermastikationsbewegungen auftretende Bewegungsmuster und -größen menschlicher Frontzähne auf klinisch-experimentellem Wege zu registrieren und darzustellen.

Die anhand der Registrierung von insgesamt 172 Ober- und Unterkieferfrontzähnen gewonnenen Ergebnisse stellen einen Versuch dar, zur Normfindung der physiologischerweise auftretenden parodontalen Funktionsabläufe beizutragen.

2. Zahnbeweglichkeitsmessungen im Schrifttum

Die ältesten Angaben über Zahnbeweglichkeitsmessungen finden sich bei HEINROTH (7). Dabei wurden die zu messenden Zähne mit verschiedenen Gewichten belastet und ihre resultierenden Auslenkungen mittels eines Hebelsystems auf einen rotierenden Zylinder aufgezeichnet.

Bei der von ELBRECHT (4) angegebenen Methode wurde an einem vor dem Probanden stehenden Stativ eine Meßuhr mit einem zu dem Zahn führenden Taster aufgebaut. Wegen der mangelnden Ruhigstellung des Probanden barg die Methode erhebliche Unsicherheiten in sich.

Die Methode WERNER's (67) wurde mit einem Oszillometer durchgeführt. An den Frontzähnen wurden Meßstäbe mittels Kofferdamklammern befestigt. Danach wurde der zu messende Zahn mit 700 g belastet und die Verschiebung der Zahnkrone registriert. Die Methode ließ nur grobe Verschiebungen oberhalb 0,25 mm registrieren.

BEYELER und DREYFUS (2), MANLY et al. (29) entwickelten eine elektrodynamische Apparatur zur Zahnbeweglichkeitsmessung. Dabei stand der zu messende Zahn mit einer elektromagnetischen Spule in Verbindung. Die Amplituden des in Schwingung versetzten Zahnes konnten durch Messung der entstehenden Induktionsströme ermittelt werden.

Mit Hilfe eines Meßkondensators variabler Kapazität und einem Kathodenstrahloszillographen als Registriergerät entwickelte ZWIRNER (68) ein äußerst leistungsfähiges System zur Zahnbeweglichkeitsmessung. Aus technischen Gründen fand die Methode jedoch für in vivo - Versuche keine Anwendung.

Bei der von MÜHLEMANN (31) beschriebenen „Periodontometrie“ erfolgte die Messung der Zahnbeweglichkeit auf mechanischem Wege, indem eine an der restlichen Zahnreihe befestigte Meßuhr mit Taster die Auslenkung einer mit bekannter Kraft belasteten Zahnkrone mit einer Genauigkeit von $5\text{ }\mu\text{m}$ registrierte. Wegen seiner einfachen Durchführung und relativ hohen Genauigkeit fand das Verfahren weite Verbreitung.

Der Schwede LJUNQUIST (27) nannte die von ihm angegebene Methode „statisch-elektronisch“. Die auf den zu messenden Zahn ausgeübte Kraft erfolgte mittels eines elektronisch oder manuell bedienbaren Elektromagneten. Das Maß der Auslenkung konnte aus den Änderungen der im Elektromagneten fließenden Ströme errechnet werden.

PICTON (47) und SCHÖHL (56) beschrieben Methoden, bei denen die Wegänderungen belasteter Zähne mit Dehnungsmeßstreifen (DMS) gemessen wurden.

In dem Bestreben, die Messung der Zahnbeweglichkeit zu vereinfachen, machte JOEL (13) einen Vorschlag zur lichtoptischen Zahnbeweglichkeitsmessung. An den zu messenden Zähnen wurden kleine Spiegel befestigt, die reflektierte Lichtstrahlen auf eine von dem Probanden weit entfernte Wand projizierten. So wurde die Zahnbewegung um etwa ein Hundertfaches vergrößert.

Prinzipiell ähnlich waren die Apparaturen von PARFITT (44), HOFMANN (9) und SAVDIR (53). Dabei stand der zu messende Zahn mit einem Spulenkern in Verbindung, der bei Bewegungen des zu messenden Zahnes seine Lage veränderte. Die veränderten Spulenströme entsprachen dem Ausmaß der Zahnauslenkung. Die Genauigkeit der Methode war hoch, HOFMANN gab eine Genauigkeit von $0,5\text{ }\mu\text{m}$ an.

KÖRBER, K.H. (19) führte als erster Zahnbeweglichkeitsmessungen mittels berührungslosen Wegaufnehmern durch. Es handelte sich ebenfalls um ein induktives Verfahren, das jedoch im Gegensatz zu allen anderen Methoden sowohl hoch- als auch niederfrequente Bewegungsabläufe des völlig unbelasteten Zahnes zur Darstellung brachte. Das Verfahren fand in jüngerer Zeit weite Verbreitung:

HENERS (8) setzte es zur Untersuchung sagittaler und axialer Bewegungen von oberen Incisiven ein;

SIEBERT (62) untersuchte damit die okklusionsbedingten Bewegungen von Einzelzähnen, während SCHULZ (58) die Methode zur Analyse des Bewegungsverhaltens von Zähnen mit keilförmigen Defekten benutzte.

KOECK und SANDER (17) untersuchten damit die Zahnbewegungen bei der Belastung funktioneller Facetten.

Bei LUKAS, MÜHLERANDT und SCHOLZ (26) kam das Verfahren zur Analyse der Rückstellbewegung des vorher belasteten Zahnes zur Anwendung.

In jüngster Zeit fand auch die Lasertechnik Verwendung bei der Messung der Zahnbeweglichkeiten. BURSTONE et al. (3) entwickelten eine Methode, bei der das Interferenzverhalten auf den sich bewegenden Zahn auftreffender Laserstrahlen auf photoempfindlichen Platten festgehalten wurde (Holographie). Äußerst komplizierte Auswertungsverfahren ließen Analysen der Zahnbewegungen in einem Genauigkeitsbereich bis $0,05 \mu\text{m}$ zu.

3. Material und Methode

Den durchgeführten Messungen wird prinzipiell die von KÖRBER angegebene Methode (19) zu Grunde gelegt. Es handelt sich somit um ein elektronisch-induktives berührungsloses Verfahren, bei welchem der „parodontale Funktionsablauf nicht nur unter Belastung, sondern vor allem am unbelasteten Zahn in allen physiologischen Geschwindigkeitsbereichen und Bewegungsgrößen“ (KÖRBER) ermittelt werden kann.

Die Genauigkeit der Methode erreicht eine Größenordnung von etwa 10^{-3} mm.

3.1. Versuchsaufbau

Die Versuchsanordnung setzt sich im wesentlichen aus folgenden Anteilen zusammen:

1. Meßstelle,
2. Eichblock,
3. Verstärker,
4. Kompensationsschreiber.

3.1.1. Die Meßstelle

Die Meßstelle besteht aus den beiden rechteckig zueinander angeordneten Mu-Metallplättchen und den beiden dazugehörigen tastlosen induktiven Wegaufnehmern. Wichtig ist dabei eine möglichst exakt sagittale bzw. transversale Ausrichtung von Plättchen und Aufnehmern (Abb. 1).

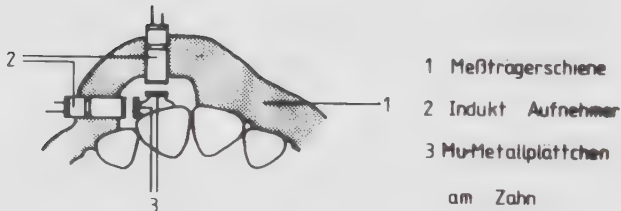


Abb. 1: Schematische Darstellung der Meßstelle

Die enge räumliche Nachbarschaft der Mu-Metallplättchen macht Untersuchungen notwendig, inwieweit die Plättchen den nicht dazugehörigen Wegaufnehmer beeinflussen. Vorversuche zeigen jedoch, daß bei einer sagittal/transversalen Synchronmessung keine Auslenkungsunterschiede zu einer isolierten Messung der einzelnen Richtungen zu verzeichnen sind.

Das Mu-Metallplättchen

Mu-Metall ist die technische Bezeichnung für eine NiFe-Legierung (78,5 % Ni, 21,5 % Fe) besonderer magnetischer Eigenschaften: die max. totale Permeabilität beträgt etwa 100 000.

Die benötigten Plättchen werden in einer feinmechanischen Werkstatt auf eine Kreisform mit einem Durchmesser von exakt 4,0 mm gedreht. Ihre Dicke beträgt 0,5 mm.

Der Wegaufnehmer

Der induktive Wegaufnehmer besteht im Prinzip aus einer elektrischen Spule mit einem Weicheisenkern. Die dabei in der Spule entstehenden Induktionsströme variieren in Abhängigkeit von der Entfernung des (am zu messenden Zahn befestigten und somit beweglichen) Mu-Metallplättchens. (Abb. 2).

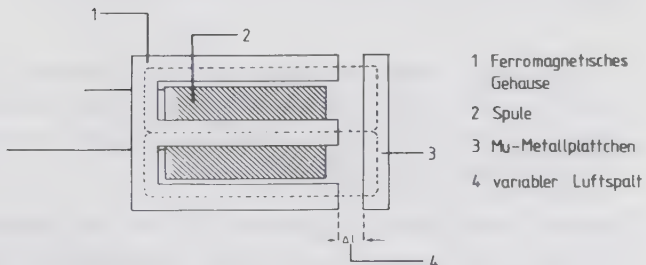


Abb. 2: Schematischer Querschnitt durch einen induktiven Wegaufnehmer

Bei vorausgegangenen Untersuchungen von SCHULZ (58) und SIEBERT (62) hat sich der induktive Wegaufnehmer Tr 4 (Fa: Hottinger, Baldwin Meßtechnik, Darmstadt) bewährt. Bei den vorliegenden Messungen wird er ebenfalls eingesetzt.

3.1.2. Der Eichblock

Als Referenzwertgeber wird ein zweiter Wegaufnehmer und ein dazugehöriges Mu-Metallplättchen benötigt. Dabei kommt es darauf an, Aufnehmer und Plättchen in einem konstanten Abstand zueinander zu fixieren. Hierzu dient ein sogenannter Eichblock. (Abb. 3).

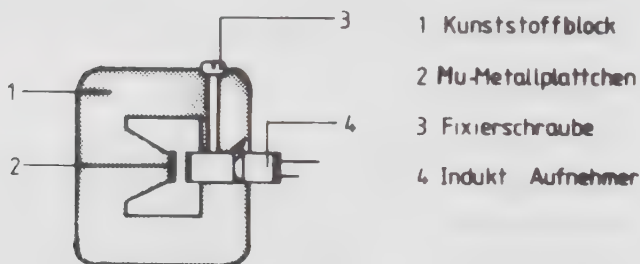


Abb. 3: Schematischer Querschnitt durch einen Eichblock

Die Rohform des Eichblocks wird aus PMMA (Palapress, Fa: Kulzer, Bad Homburg) gegossen und in gleicher Weise bearbeitet wie die zur Aufnahme der Wegaufnehmer bestimmten paraokklusalen Schienen (siehe später).

Vor der Messung wird der Eichblock mit Zahnseide wasserdicht in einen Gummifingerling eingebunden, um während des Meßvorganges in den Mund des Probanden eingelegt zu werden. Durch diese Maßnahme sind sowohl Referenzwertgeber als auch der eigentliche Meßwertaufnehmer den gleichen thermischen Bedingungen ausgesetzt.

3.1.4. Der Kompensationsschreiber

Zur synchronen Aufzeichnung der sagittalen und transversalen Zahnauslenkungen wird ein Mehrkanal-Kompensationsschreiber (Typ B. 381, Fa. Rikadenki Electronics GmbH, Freiburg/Br.) benutzt, (Abb. 6).

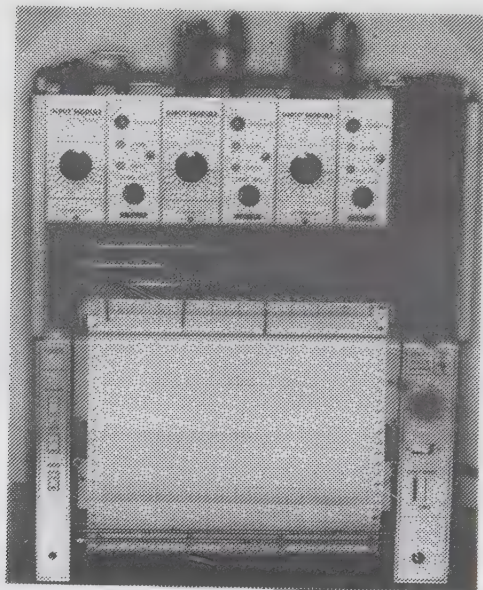


Abb. 6: Kompensationsschreiber Typ B. 381

3.2. Herstellung der paraokklusalen Schienen

Als Träger der Wegaufnehmer an der Meßstelle dienen paraokklusale Kunststoffschienen. Ihre Herstellung sei im Folgenden kurz beschrieben:

Zunächst werden Superhartgipsmodelle der Probanden gewonnen und mit einer weiteren Alginateabformung doubliert; die entschärften Zweitmodelle eignen sich besser zur Herstellung der Rohschienen, an den Erstmodellen soll später das präzise Ausarbeiten der endgültigen Schienen erfolgen. Die Herstellung der Schienen folgt zunächst den von SCHULZ (58) gegebenen Empfehlungen. Dabei werden die Incisalkanten und Höckerspitzen der isolierten Zweitmodelle in eine Wachsplatte gedrückt und angewachst. (Abb. 7 a). In ihrer Ausdehnung entspricht die Wachsplatte den Umrissen der Rohschiene. (Abb. 7 b).

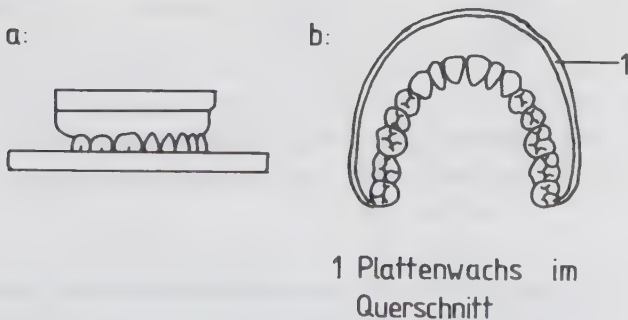
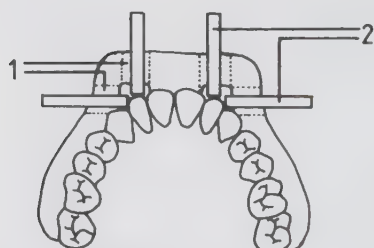


Abb. 7: Herstellung der Gußform für die Rohschiene
(Umzeichnung nach SCHULZ)

Die Außenwand der Gußform, ebenfalls aus Wachs, wird entsprechend des Umfangs der Zahnreihe angewachst. (Abb. 7 b). In ihrer Höhe überragt sie die dento-gingivale Grenze um etwa 3 mm.

Die so entstandene Gußform wird mit kaltpolymerisierendem PMMA (Palapress, Fa. Kulzer, Bad Homburg) ausgegossen. Nach dem Erhärten unter Druck werden die Schienen von den Gipsmodellen befreit. Mit Kunststofffräsen wird den Schienen ihre endgültige Form gegeben. Zur Bestimmung der Einschubrichtungen der Wegaufnehmer werden die Schienen den Erstmodellen aufgesetzt. Entsprechend der gewünschten Einschubrichtungen werden von incisal tiefe Mulden in die Schienen eingefräst. In diese Mulden werden Messingstäbe des Durchmessers 4,1 mm und der Länge 35 mm eingelegt und in exakt sagittaler bzw. transversaler Ausrichtung an dem zu messenden Zahn mit Klebewachs fixiert. (Abb. 8).



1:eingefräste Mulden
zum Einlegen der
Messingstäbe (2)

Abb. 8: Rohschiene mit eingelegten Messingstäben zur
Herstellung der sagittalen und transversalen
Einschublöcher

Die Mulden werden mit Kaltpolymerisat aufgefüllt, die späteren Einschublöcher der Wegaufnehmer liegen nun durch die Messingstäbe hohl. Nach dem erneuten Erhärten unter Druck werden die Messingstäbe entfernt und die Kunststoffüberschüsse abgetragen. Etwa rechtwinklig zu den Einschublöchern wird eine Bohrung des Durchmessers 1,0 mm angebracht und mit einem Gewindeschneider (M 1,4) aufgearbeitet. Diese dient zur Aufnahme einer Fixierschraube, welche während des Meßvorganges den Wegaufnehmer unverschieblich in seinem Futteral fixiert.

Anschließend werden die den Zähnen anliegenden Schienenanteile mit mesio-distal verlaufenden, etwa 2 mm tiefen Rillen versehen; dies dient einer besseren mechanischen Verbindung mit dem Haftmittel beim Einkleben der Schienen. Die übrigen Schienenanteile werden hochglanzpoliert.

3.3. Probanden

Als Probanden dienen 19 Personen im Alter von 18 bis 36 Jahren (6 ♀, 13 ♂).

Der Auswahl der Probanden werden folgende Kriterien zu Grunde gelegt: Keine oder nur wenige Füllungen dürfen vorhanden sein. Probanden mit Zahnersatz, gleich welcher Art, scheiden für den Versuch ebenso aus, wie Probanden mit fehlenden oder nicht angelegten Zähnen (3. Molaren ausgenommen). Desweiteren wird eine eugmathe Verzahnung sowie klinisch gesunde parodontale Verhältnisse verlangt. Pathologische Zahnbeweglichkeiten (Beweglichkeit ≥ 1 lt. MILLER'schem Zahnbeweglichkeitsindex) bedingen ebenfalls ein Ausscheiden.

Bei nur 2 Probanden beträgt die Differenz zwischen terminaler Kontaktposition und habitueller Okklusion mehr als 1 mm; wie sich später herausstellen wird, bleibt diese Tatsache für die Meßergebnisse ohne Bedeutung.

3.4. Vorbereitung der Messungen

Vor dem eigentlichen Beginn der Messungen stehen folgende Maßnahmen:

- Null-Abgleich des Verstärkers und Kompensations-schreibers
- Eichung des Vollausschlages
- Befestigung der paraokklusalen Schiene
- Befestigung des Mu-Metallplättchens am Meßobjekt
- Anbringung des induktiven Aufnehmers

Abgesehen von der Befestigung der Schiene wird dabei jede Maßnahme für die sagittale und die transversale Messung getrennt durchgeführt. Da die Vorgänge für beide Richtungen identisch verlaufen, seien die einzelnen Schritte im Folgenden nur für jeweils eine Richtung beschrieben.

3.4.1. Null-Punktabgleich des Verstärkers und des Kompensationsschreibers

Zunächst werden beide Wegaufnehmer in Eichblöcke eingespannt. Mit einer Meßlehre wird die Entfernung beider Wegaufnehmer zu den Mu-Metallplättchen auf $250\text{ }\mu\text{m}$ eingestellt und fixiert. Am Verstärker erfolgt der elektrische Abgleich bis zur Null-Anzeige des Analoganzeigers. Am Kompensationsschreiber wird danach die Schreibspitze auf die gewünschte Null-Linie eingestellt. Erst nach etwa 30 Minuten Laufzeit des Verstärkers bleibt die Null-Lage stabil.

3.4.2. Eichung des Vollausschlages

Mit einer zweiten Meßlehre wird nun der Abstand des veränderlichen Meßwertaufnehmers zum Mu-Metallplättchen auf $350\text{ }\mu\text{m}$ erhöht. Durch Wahl eines geeigneten Empfindlichkeitsbereiches und Einstellung des Ausgangsstromes am Verstärker wird die Schreibspitze am Kompensationsschreiber 30 Teilstriche von der Null-Linie entfernt eingestellt; diese Entfernung entspricht somit einer Wegänderung von $100\text{ }\mu\text{m}$. Nochmals vergehen etwa 30 Minuten, ggfs. mit Korrekturen der Einstellungen, bis der Vollausschlag endgültig stabilisiert ist.

Sämtliche Einstellungen am Verstärker werden mittels Feststellschrauben fixiert und verbleiben während der Messung eines Probanden unberührt.

3.4.3. Befestigung der paraokklusalen Schienen

Für die Dauer von 10 sec. werden die mit Alkohol gereinigten vestibulären Zahnflächen mit 65 %iger Orthophosphorsäure angeätzt. Ein gründliches Aussprayen (mindestens 60 sec.) sowie mehrmaliges Ausspülen des Probanden folgt. Die mit den Retentionsrillen versehenen Schienenanteile werden nun mit einem als Haftmittel dienenden autopolymerisierenden Composite (Adaptic, Fa. Johnson & Johnson, Hamburg) beschickt und der getrockneten Zahnreihe aufgesetzt. Nach okkusal bzw. incisal überquellende Compositeüberschüsse werden entfernt. Um eventuelle Verschiebungen der Schiene zu vermeiden, wird diese bis zur Beendigung des Polymerisationsvorganges durch den Untersucher in situ gehalten. Abschließend folgt die Korrektur evtl. vorhandener Okklusionshindernisse.

3.4.4. Befestigung des Mu-Metallplättchens am Meßobjekt

Mit Setzwachs wird das Mu-Metallplättchen exakt zentrisch dem Ende des Meßwertaufnehmers aufgesetzt. Auf die Rückseite des Plättchens wird eine kleine Menge Composite aufgetragen. Der Wegaufnehmer wird nun in das für ihn vorgesehene Führungsloch eingeführt und so weit vorgeschoben, daß das Plättchen dem zu messenden Zahn satt anliegt. Mit der Fixierschraube wird der Wegaufnehmer in dieser Position befestigt und die Polymerisation des Composites abgewartet. Nach dem Entfernen des Wegaufnehmers werden die Setzwachsreste mit Alkohol entfernt.

3.4.5. Anbringen des Meßwertaufnehmers

Der Meßwertaufnehmer wird erneut in das Führungsloch der Schiene eingeführt und vorsichtig vorgeschoben, bis die Analoganzeige des Verstärkers den Wert 0 anzeigt. Der Luftspalt entspricht nun dem des (wie unter 3.1.2. beschrieben, bereits im Munde des Probanden befindlichen) Eichblocks. In dieser Position erfolgt ein neues Feststellen der Fixierschraube.

3.5. Ausführung der Messung

Auf mündliche Aufforderung des Untersuchers führen die Probanden folgende Mastikationsbewegungen aus:

- Schließen: leichtes Aufeinanderlegen der Zahnreihen in habitueller Okklusion
- Pressen: maximales Zusammenpressen der Zahnreihen in habitueller Okklusion
- Vibrieren: Alternierend unilaterale, maximale Betätigung der Adduktoren in habitueller Okklusion
- Reiben: Knirschen der Zahnreihen gegeneinander unter Kaudruck
- Hacken: intermittierendes, durch Mundöffnung unterbrochenes, forciertes Aufeinandertreffen der Zahnreihen in habitueller Okklusion
- Protrusion: Verschieben des UK aus der maximalen Interkuspitation bis zum Schneidekantenkontakt unter Kaudruck
- Zurück in IOP: Rückführung des UK aus der protrudierten Position in die maximale Interkuspitation unter Kaudruck
- Laterotrusion: Links- und Rechtslateralbewegungen des UK aus der maximalen Interkuspitation unter Kaudruck
- Schlucken: einfaches Leerschlucken ohne Anweisung zur Okklusionsposition
- Zungendruck: maximaler Druck der Zunge auf die OK- bzw. UK-Frontzähne ohne okklusalen Kontakt

Um zu erzielen, daß die Bewegungen unter Kaudruck durchgeführt werden, werden allen Exkursionsbewegungen des UK die Kommandos „Schließen - Pressen“ vorangestellt. Am Ende eines jeden Kommandos steht die Aufforderung „Öffnen“.

Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit innerhalb eines Versuchs werden sämtliche Bewegungen dreimal wiederholt. Bei jedem Probanden werden jeweils alle 4 OK- und alle 4 UK-Frontzähne registriert.

3.6. Entfernung der paraokklusalen Schiene

Durch leichtes Aufbiegen der paraokklusalen Schienen im posterioren Bereich können diese leicht entfernt werden. Verbleibende Compositestereste werden mittels eines Ultraschallgerätes zur Zahnsteinentfernung entfernt. Nach nochmaligem Trockenlegen der geätzten Zahnflächen erfolgt eine Touchierung mit einem fluorhaltigen Lack (Elmex fluid, Fa. Wybert, Lörrach).

3.7. Auswertung

Durch einfaches Ausmessen der Kurvenausschläge und entsprechender Umrechnung sind die Zahnauslenkungen direkt ablesbar. Mesio-distale sowie bucco-linguale Auslenkungsrichtungen sind durch die Zuordnung der Schreibstifte zu den Meßwertaufnehmern festgelegt.

Bei der Auswertung werden nicht die Werte jedes Probanden einzeln abgehandelt; vielmehr werden die gewonnenen Werte aller Probanden einer einzelnen Bewegungsart zusammengefaßt und gemeinsam abgehandelt.

Bei keiner Bewegung, Zungendruck ausgenommen, treten relevante Unterschiede der Auslenkungen zwischen mittleren und seitlichen Schneidezähnen auf. Beide werden daher zusammenfassend als „Frontzähne“ behandelt.

Bezüglich der Auslenkungsbeträge treten gelegentlich innerhalb einer dreifachen Wiederholung einer Bewegung Differenzen auf. Sie betragen in der Regel nur einige μm . Dies wird z.T. auf Ermüdungserscheinungen der Probanden sowie auf schmerzhaftes Parodontien zurückgeführt. Da für die vorliegenden Untersuchungen die maximal auftretenden Auslenkungen im Wesentlichen von Interesse sind, kommt lediglich der höchstgemessene Wert zur Auswertung.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird dieser Maximalwert einer Größenordnung zugeordnet. Die Grenzen der Größenordnungen werden willkürlich als 1-10 μm , 11-20 μm , 21-30 μm usw. festgelegt. Die exakten Auslenkungen finden sich in den Tabellen des Anhangsteiles.

Bezüglich der Auslenkungsrichtungen ist die Variabilität innerhalb einer dreifachen Wiederholung praktisch gleich 0; sofern sie überhaupt auftritt, wird sie bei der Auswertung vernachlässigt.

Bei einigen Messungen treten trotz unveränderten Einstellungen der Meßapparaturen Wanderungen der Null-Linie auf. Diese sind auf gerätebedingte Schwankungen der Ausgangsspannung des Trägerfrequenz-Meßverstärkers zurückzuführen. Halten sich diese Null-Linienwanderungen in vertretbaren Grenzen, ($\pm 15 \mu\text{m}$) wird als neue Null-Linie die bei dem Kommando „Öffnen“ eingenommene Zahnstellung angenommen. Größere Null-Linienwanderungen sind im allgemeinen in einer Lockerung der Schiene oder des Meßwertaufnehmers begründet; sie machen eine Wiederholung der Messung, ggfs. mit erneuter Eichung der Meßapparaturen, erforderlich.

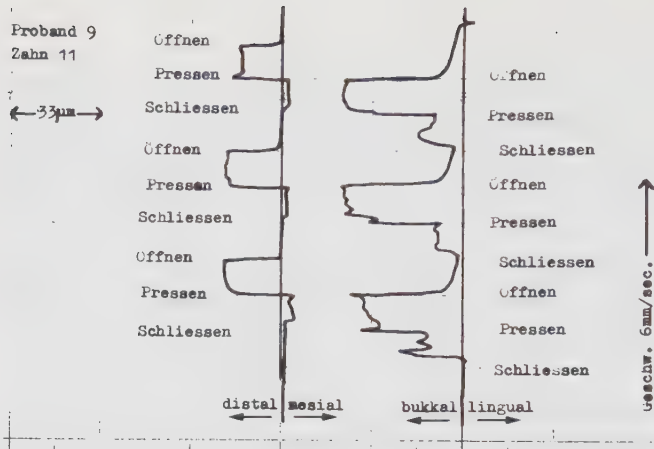


Abb. 9: Meßschieb eines oberen mittleren Frontzahnes
beim Schliessen und beim Pressen

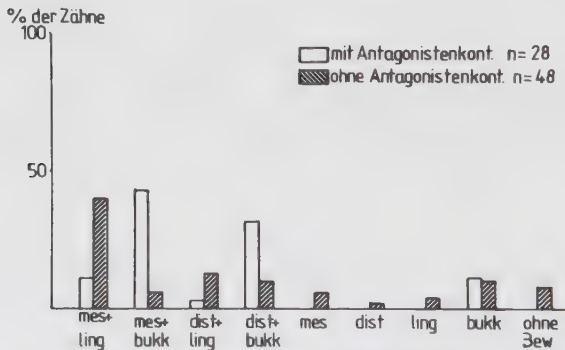


Abb.10: Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne
beim Schließen

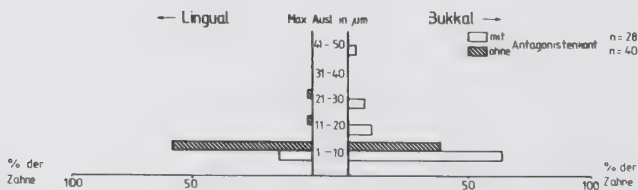


Abb.11 sag. Maximalauslenkungen d. OK-Frontzähne beim Schließen

4. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

4.1. SCHLIESSEN

Abb. 9 zeigt den typischen Kurvenverlauf eines beim Schliessen und Pressen gemessenen Frontzahnes. Es handelt sich dabei um einen bereits beim Schliessen in Kontakt tretenden Zahn, der eine maximale Bukkalauslenkung von $20\text{ }\mu\text{m}$ und eine maximale Mesialauslenkung von $5\text{ }\mu\text{m}$ zeigt.

In Abhängigkeit davon, ob die gemessenen Frontzähne beim Schliessen auf einen Antagonisten treffen oder nicht, werden sie in zwei Gruppen aufgeteilt, da es gilt zu untersuchen, inwieweit sich die Auslenkungen der beiden Gruppen unterscheiden.

Im Einzelnen ergeben sich die folgenden Meßergebnisse:

4.1.1. OK-Frontzähne mit Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

24 der 28 Zähne dieser Gruppe bewegen sich nach bukkal, nur 4 nach lingual. Transversal ist die Verteilung weniger eindeutig:

12 Zähne bewegen sich nach distal, 9 nach mesial und 3 Zähne verbleiben ohne transversale Auslenkung. (Abb. 10).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Bei 18 Zähnen beträgt die Bukkalauslenkung $1\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$, nur 6 Zähne erhalten beim Schliessen größere sagittale Auslenkungen: um $11\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$ nach bukkal 3 Zähne, um $21\text{--}30\text{ }\mu\text{m}$ nach bukkal 2 Zähne und um $41\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ nach bukkal 1 Zahn.

Alle 4 nach lingual ausgelenkten Zähne zeigen Maximalauslenkungen der Größenordnung $1\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$. (Abb. 11).

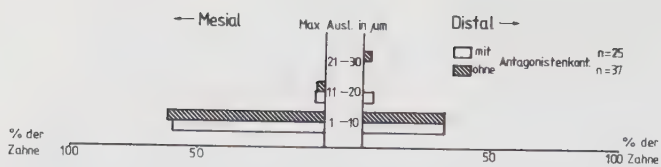


Abb. 12. trans. Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne beim Schließen

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Bis auf 2 Ausnahmen betragen die transversalen Maximalauslenkungen mesial wie distal 1-10 μm . In beiden Richtungen wird eine Maximalauslenkung von 11-20 μm von je 1 Zahn erreicht. (Abb. 12).

4.1.2. OK-Frontzähne ohne Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Insgesamt 48 OK-Frontzähne erreichen beim Schliessen keinen Antagonisten. Sofern überhaupt eine meßbare sagittale Auslenkung auftritt zeigen die registrierten Zähne eine auffällige Tendenz zur lingualen Auslenkung. Insgesamt 27 Zähne bewegen sich nach lingual, 13 Zähne nach bukkal. In mesialer Richtung bewegen sich 25 Zähne, in distaler Richtung 12 Zähne.

An 4 Zähnen dieser Kategorie ist keine Beweglichkeit meßbar. (Abb. 10).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

8 Zähne zeigen keine sagittale Beweglichkeit. Alle 15 nach bukkal bewegten Zähne werden um 1-10 μm ausgelenkt. In lingualer Richtung bewegen sich 23 Zähne um 1-10 μm , nur 2 Zähne erreichen darüberliegende Lingualauslenkungen: 11-20 μm und 21-30 μm . (Abb. 11).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Bis auf 1 Zahn werden alle 24 nach mesial ausgelenkten Zähne um 1-10 μm bewegt; dieser eine Zahn bewegt sich um 11-20 μm . In distaler Richtung bewegen sich 12 Zähne um 1-10 μm , 1 Zahn um 21-30 μm . Insgesamt 11 Zähne verbleiben ohne transversale Beweglichkeit. (Abb. 12).

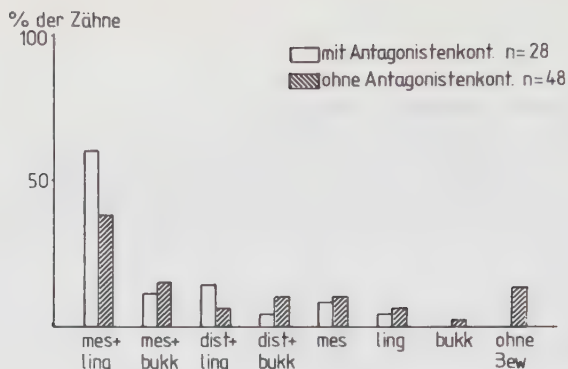


Abb.13 : Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne beim Schließen

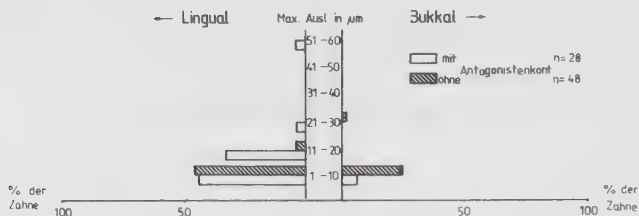


Abb.14 : sag. Maximalauslenkungen d. UK-Frontzähne beim Schließen



Abb.15 : trans. Maximalauslenkungen d. UK-Frontzähne beim Schließen

4.1.3. UK-Frontzähne mit Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

23 der 28 zu dieser Gruppe gehörenden Zähne bewegen sich nach lingual, nur 4 nach bukkal. 1 Zahn zeigt keine sagittale Bewegung. 22 Zähne erhalten eine Bewegungskomponente nach mesial, nur 5 Zähne bewegen sich in distaler Richtung. 1 Zahn verbleibt ohne transversale Auslenkung. (Abb. 13).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

13 Zähne bewegen sich um 1-10 μm nach lingual, 8 Zähne um 11-20 μm nach lingual. Um 21-30 μm sowie um 51-60 μm nach lingual bewegen sich je 1 Zahn.

Alle nach bukkal ausgelenkten Zähne bewegen sich um 1-10 μm . (Abb. 14).

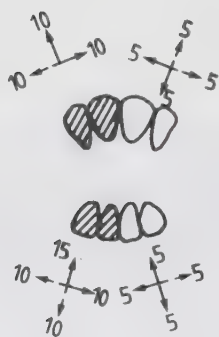
TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

18 Zähne bewegen sich um 1-10 μm nach mesial, nur 4 Zähne überschreiten diesen Wert und bewegen sich um 11-20 μm nach mesial. Sämtliche nach distal ausgelenkten Zähne bewegen sich um 1-10 μm . (Abb. 15).

4.1.4. UK-Frontzähne ohne Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Zu dieser Gruppe gehören insgesamt 48 Zähne. Davon wird die größte Gruppe (29 Zähne) nach mesial bewegt, nur 8 Zähne erhalten eine Distalauslenkung. Ohne transversale Bewegung verbleiben insgesamt 11 Zähne. In der sagittalen bewegen sich 24 Zähne nach lingual, 13 Zähne nach bukkal und 11 Zähne überhaupt nicht. (Abb. 13).



Auslenkungen beim Schließen

- ← Richtung
- ← - seltene Richtung

Zahl = Wert in μm



mit Antagonistenkont.



ohne

Abb. 16: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen beim Schliessen

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Von den 13 nach bukkal ausgelenkten Zähnen bewegen sich 12 Zähne um 1-10 μm , 1 Zahn um 21-30 μm . Auch in lingualer Richtung bewegen sich die meisten Zähne (22) nur um 1-10 μm , 2 Zähne um 11-20 μm . (Abb. 14).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Sämtliche nach mesial ausgelenkten Zähne bewegen sich um 1-10 μm ; auch in distaler Richtung wird dieser Wert mit 11-20 μm von nur 1 Zahn überschritten. (Abb. 15).

4.1.5. Zusammenfassung: (Abb. 16)

Für die beim Schliessen gemessenen OK-Frontzähne ergibt sich das folgende Resümee:

- Kommt es zum Antagonistenkontakt, ist die sagittale Auslenkung nahezu aller Zähne nach bukkal gerichtet. In der Transversalen kommen mesiale Auslenkungen nur geringfügig häufiger vor als distale.
- Sagittal wie transversal werden beim Aufeinandertreffen von OK- und UK-Frontzähnen nur ausnahmsweise Auslenkungen oberhalb 10 μm gemessen.
- Kommt es nicht zum Antagonistenkontakt, wird häufig eine Bewegung nach mesial und lingual, selten nach distal und bukkal gemessen. Bewegungen ausschließlich in einer Ebene, also nur in der sagittalen oder in der transversalen, kommen bei Frontzähnen ohne Antagonistenkontakt häufiger vor als bei Frontzähnen, die auf einen Antagonisten treffen; an diesen Zähnen sind kombinierte sagittale und transversale Auslenkungen häufiger.
- Bei fehlendem Antagonistenkontakt betragen die Auslenkungsgrößen nur ausnahmsweise mehr als 5 μm .

Die UK-Frontzähne verhalten sich beim Schliessen zusammenfassend wie folgt:

- Bei vorhandenem Antagonistenkontakt kommt es häufig zu einer Auslenkung nach mesial und lingual, nur gelegentlich nach distal und bukkal.
- Bei vorhandenem Antagonistenkontakt beträgt die linguale Auslenkung meistens 10-15 μm , die mesiale Auslenkung nur selten mehr als 10 μm .
- Kommt beim Schliessen kein antagonistischer Kontakt zustande, ist eine mesiale Auslenkung weitaus häufiger als eine distale. Das Verhältnis zwischen bukkaler und lingualer Auslenkung ist ausgeglichener als zwischen mesialer und distaler; dennoch besteht eine deutliche Tendenz nach lingual.
- Nur vereinzelt zeigen UK-Frontzähne ohne Antagonistenkontakt horizontale Bewegungen von mehr als 5 μm .

4.2. PRESSEN

Der weitere Kurvenverlauf der Abb. 9 zeigt die Auslenkungen eines OK-Frontzahnes beim Pressen. Sagittal erhöht sich die bukkale Maximalauslenkung auf etwa 45 μm . In der Transversalen findet eine Änderung der Auslenkungsrichtung von mesial nach distal statt. Ein derartiger Wechsel der Auslenkungsrichtung kann dadurch zustandekommen, daß die okklusalen Kontaktpunkte beim Schliessen und beim Pressen in ihrer Lage nicht identisch sind. Die andersartige Lage der Kontakte bewirkt in aller Regel auch andere Auslenkungen. Ebenso wie beim Schliessen treten auch beim Pressen nicht alle Zähne in antagonistischen Kontakt. Daher wird auch hier eine Unterteilung in zwei Gruppen vorgenommen, je nachdem ob die Zähne in Kontakt treten oder nicht. Es ergibt sich die folgende Verteilung:

Je 49 Zähne des OK und UK treten in antagonistischen Kontakt, während je 27 Zähne pro Kiefer ohne Kontakt verbleiben. Auch diejenigen Fälle, bei denen beim Pressen kein Antagonistenkontakt zustandekommt, können nicht als Dysgnathien, etwa im Sinne einer ANGLE-Klasse II, bezeichnet werden.

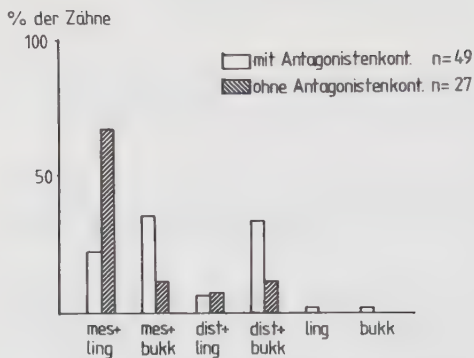


Abb. 17 : Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne beim Pressen

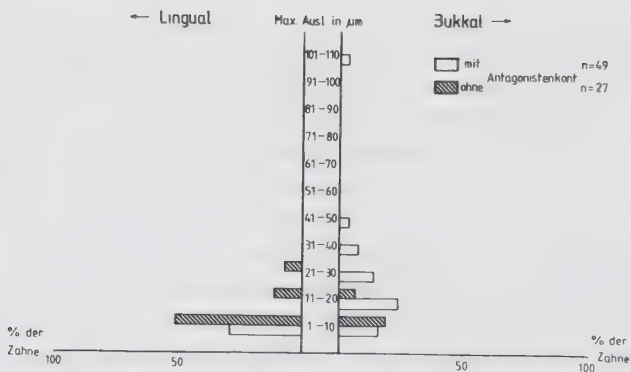


Abb. 18 : sag. Maximalauslenkungen d. OK-Frontzähne beim Pressen

Es handelt sich lediglich um Abweichungen einzelner Zähne vom idealen Zahnbogen, bei denen beim Pressen der Abstand zum Antagonisten nur etwa 3-5 Hanelfolienstärken beträgt.

4.2.1. OK-Frontzähne mit Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

34 Zähne bewegen sich nach bukkal, während bei immerhin 12 Zähnen eine Lingualauslenkung gemessen wird. Transversal sind mesiale Auslenkungen (28 Zähne) etwas häufiger als distale (19 Zähne). Bei 2 Zähnen wird keine transversale Beweglichkeit festgestellt. (Abb. 17).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Alle 14 nach lingual ausgelenkten Zähne bewegen sich um 1-10 μm . Nach bukkal bewegt sich die größte Gruppe (12 Zähne) um 11-20 μm , gefolgt von 8 Zähnen, die sich um 1-10 μm und 7 Zähnen, die sich um 21-30 μm nach bukkal bewegen. Höhere Werte werden nur von wenigen Zähnen erreicht. Um 31-40 μm bewegen sich 4 Zähne, um 41-50 μm und um 101-110 μm nach bukkal werden je 2 Zähne ausgelenkt. (Abb. 18).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Die Mehrzahl der nach distal ausgelenkten Zähne (13 Zähne) bewegen sich nur um 1-10 μm ; um 11-20 μm nach distal bewegen sich 3 Zähne, um 21-30 μm 2 Zähne, um 41-50 μm und um 91-100 μm nach distal je 1 Zahn.

Nach mesial bewegen sich 15 Zähne um 1-10 μm , 8 Zähne um 11-20 μm und 4 Zähne um 21-30 μm . Höhere Werte erreichen nur 2 Zähne (31-40 μm und 41-50 μm nach mesial). (Abb. 19).

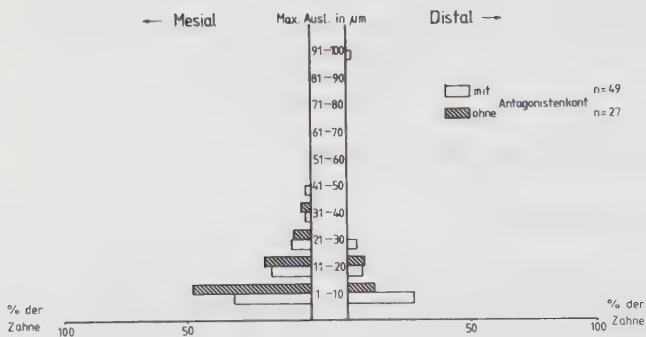


Abb 19 : trans. Maximalauslenkungen d. OK-Frontzähne beim Pressen

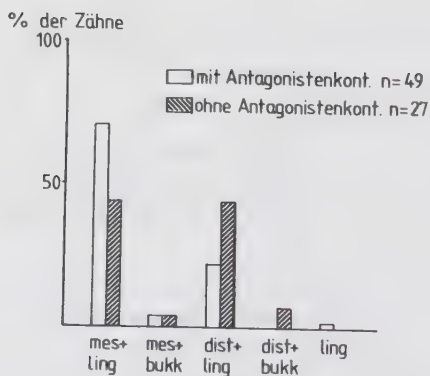


Abb. 20 : Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne beim Pressen

4.2.2. OK-Frontzähne ohne Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Ebenso wie beim Schließen zeigen die OK-Frontzähne ohne okklusalen Kontakt auch beim Pressen eine vorwiegend nach lingual gerichtete Bewegung. Insgesamt 20 Zähne zeigen eine sagittale Bewegung nach lingual, nur 7 Zähne bewegen sich in bukkaler Richtung. Die Entstehung einer Bukkalauslenkung bei fehlendem Antagonistenkontakt kann auf einen über die approximalen Kontaktpunkte fortgeleiteten Druck in anteriorer Richtung aus dem Eck- und Seitenzahngebiet erklärt werden. Transversal werden die OK-Frontzähne ohne Antagonistenkontakt überwiegend (22 Zähne) nach mesial, nur selten (5 Zähne) nach distal bewegt. (Abb. 17).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Von den nach bukkal ausgelenkten Zähnen bewegen sich 5 Zähne um 1-10 μm , 2 weitere um 11-20 μm . Auch in lingualer Richtung bewegen sich die meisten Zähne (14) nur um 1-10 μm , 3 Zähne bewegen sich um 11-20 μm und 2 Zähne um 21-30 μm . (Abb. 18).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Nach distal bewegen sich 3 Zähne um 1-10 μm , 2 Zähne um 11-20 μm . Auch nach mesial sind kleine Bewegungen am häufigsten: 13 Zähne werden um 1-10 μm ausgelenkt, 5 weitere bewegen sich um 11-20 μm . 21-30 μm erreichen nur 2 Zähne, 1 Zahn bewegt sich um 31-40 μm nach mesial. (Abb. 19).

4.2.3. UK-Frontzähne mit Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In dieser Zahngruppe sind nach lingual gerichtete Sagittalauslenkungen sehr häufig. Nur 2 der 49 gemessenen Zähne bewegen sich nach bukkal. Nicht ganz so deutlich, aber dennoch klar erkennbar ist die Bevorzugung einer Mesialauslenkung in der Transversalebene. Nur 11 der 49 Zähne bewegen sich nach distal. (Abb. 20).

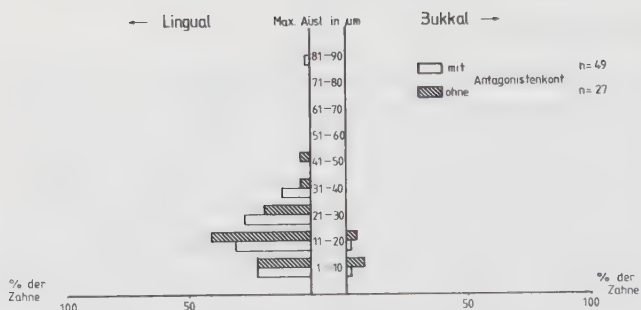


Abb. 21: sag. Maximalauslenkungen d. UK-Frontzähne beim Pressen

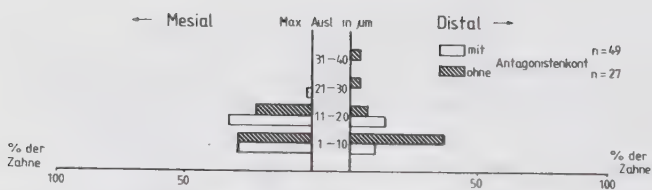


Abb. 22: trans. Maximalauslenkungen d. UK-Frontzähne beim Pressen

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Erwartungsgemäß werden auch in dieser Gruppe höhere Werte gemessen als beim Schließen. So bewegen sich die meisten Zähne (15) um 11-20 μm nach lingual, 13 Zähne um 21-30 μm nach lingual und nur 11 Zähne um 1-10 μm nach lingual. Immerhin 6 Zähne bewegen sich um 31-40 μm , 1 Zahn sogar um 81-90 μm nach lingual. Die beiden nach bukkal ausgelenkten Zähne erreichen Werte von 1-10 μm und 21-30 μm . (Abb. 21).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Auch in mesialer Richtung bilden Werte von 11-20 μm mit 16 Zähnen die größte Gruppe. 14 Zähne bewegen sich um 1-10 μm und 5 Zähne um 21-30 μm nach mesial. Eine Auslenkung um 31-40 μm nach mesial erreicht nur 1 Zahn. In distaler Richtung bewegen sich 5 Zähne um 1-10 μm , 7 Zähne um 11-20 μm . (Abb. 22).

4.2.4. UK-Frontzähne ohne Antagonistenkontakt

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

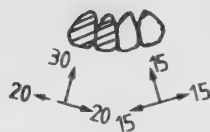
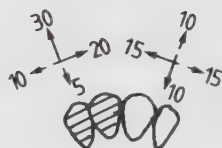
Auch hier zeigen sich Parallelen zu den beim Schließen gemessenen Werten. 24 der 27 gemessenen Zähne zeigen Bewegungen nach lingual, während transversal eine Mesialauslenkung (13 Zähne) praktisch ebenso häufig ist wie eine Distalauslenkung (14 Zähne). (Abb. 20).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Die meisten der nach lingual bewegten Zähne (11) bewegen sich um 11-20 μm , 6 Zähne bewegen sich um 1-10 μm und 5 weitere um 21-30 μm nach lingual. Werte von 31-40 μm und von 41-50 μm erreicht je 1 Zahn. Nach bukkal bewegen sich 2 Zähne um 1-10 μm , 1 Zahn um 11-20 μm . (Abb. 21).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

10 der 14 nach distal bewegten Zähne werden um 1-10 μm ausgelenkt, 2 weitere um 11-20 μm . Je 1 Zahn bewegt sich um 21-30 μm und um 31-40 μm nach distal. Von den nach mesial ausgelenkten Zähnen bewegen sich 7 Zähne um 1-10 μm , die restlichen 6 Zähne um 11-20 μm . (Abb. 22).



Auslenkungen beim Pressen

- ← Richtung
- ← - seltene Richtung

Zahl = Wert in μm



Antagonistenkont.



ohne

Abb. 23: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen beim Pressen

4.2.5. Zusammenfassung: (Abb. 23)

Prinzipiell gleichen die beim Pressen gemessenen Werte denen der entsprechenden Kategorien beim Schließen. Es ergibt sich allerdings ein eindeutigeres und weniger gestreutes Bild, insbesondere bezogen auf die Auslenkungsrichtungen.

Für die Frontzähne des OK können zusammengefaßt folgende Feststellungen getroffen werden:

- Tritt ein OK-Frontzahn in antagonistischen Kontakt, kommt es meistens zu einer Bukkal-, selten zu einer Lingualauslenkung. Transversal beträgt das Verhältnis von Mesial- zu Distalauslenkungen etwa 3:2.
- Kommt es bei dem vorhandenen Antagonistenkontakt zu einer Bukkalauslenkung, beträgt sie in der Regel 15-30 μm . In Einzelfällen werden diese Werte jedoch erheblich überschritten. Bei lingualer Auslenkung werden Beträge von etwa 5-10 μm erreicht.
- Kommt es nicht zum antagonistischen Kontakt, kommt es zu einer häufigen Auslenkung nach mesial und lingual, nur gelegentlich zu Auslenkungen nach distal und bukkal.
- Die sagittalen Auslenkungsgrößen im OK betragen bei fehlendem Antagonistenkontakt meistens 5-10 μm , die transversalen etwa 5-15 μm .

Für die an den UK-Frontzähnen gemessenen Werte gilt die folgende Zusammenfassung:

- Ein vorhandener Antagonistenkontakt führt praktisch ausnahmslos zu einer Lingualauslenkung. Mesialauslenkungen sind sehr häufig. Bewegungen nach distal treten nur gelegentlich auf.
- Die bei Antagonistenkontakt auftretende Lingualauslenkung beträgt im Allgemeinen 15-30 μm . Die transversalen Auslenkungsgrößen liegen zumeist in der Größenordnung von 10-20 μm .

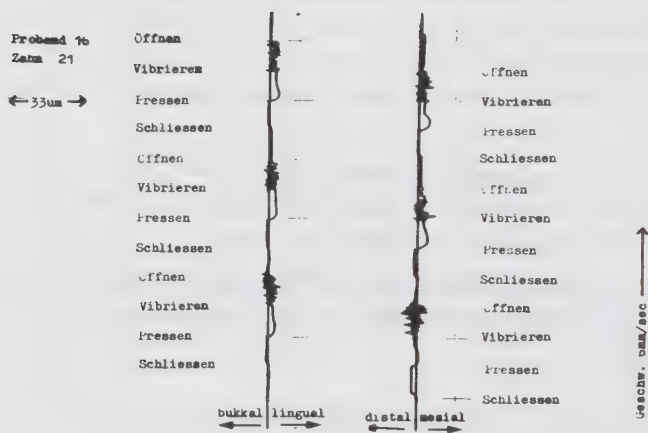


Abb. 24: Meßschrieb eines mittleren oberen
Schneidezahnes beim Vibrieren

- Auch bei fehlendem Antagonistenkontakt kommt es in der UK-Front nahezu ausnahmslos zu einer Auslenkung nach lingual. Mesial- und Distalauslenkungen kommen beide etwa gleich häufig vor.
- Die Lingualauslenkung beträgt im allgemeinen 10-20 μm , gelegentlich auch mehr. Transversale Auslenkungen von 15 μm werden ebenfalls nur gelegentlich überschritten.

4.3. VIBRIEREN

Eine für das Vibrieren typische Aufzeichnung zeigt die Abb. 24. Die Kurven zeigen ein sowohl sagittales als auch transversales „Pendeln“ um die Null-Lage des Zahnes mit einer Maximalauslenkung von etwa 5 μm in jeder Richtung.

Die beim Vibrieren erhaltenen Meßwerte werden nicht in Beziehung zur Kontaktsituation der betreffenden Zähne gesetzt. Dies scheint sinnvoll, da es bei dem dynamischen Vorgang des Vibrierens nicht möglich ist, die auftretenden Kontaktsituationen exakt zu eruieren. Somit soll im Folgenden nur eine Beschreibung der gemessenen Werte gegeben werden, ohne daß ihre Entstehungsweise Berücksichtigung fände. Das gleiche gilt im Folgenden auch für das „Hacken“ und das „Reiben“.

4.3.1. OK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Die größte Gruppe (30 Zähne) bewegt sich sagittal nur bukkal ihrer Null-Lage. 26 Zähne pendeln von bukkal nach lingual, während 18 Zähne sich nur lingual ihrer Null-Lage bewegen. Bei 2 Zähnen wird keine sagittale Beweglichkeit gemessen.

Transversal bewegen sich insgesamt 34 Zähne von mesial nach distal, führen also eine Pendelbewegung um Ihren Null-Punkt herum durch. Nur mesial ihrer Null-Lage bewegen sich 25 Zähne, nur distal 14 Zähne. 3 Zähne vergleichen ohne transversale Auslenkung. (Abb. 25, 26).

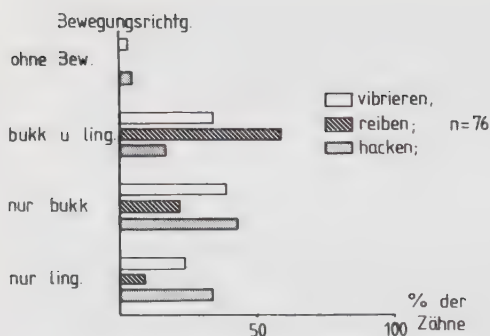


Abb. 25 : sag. Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

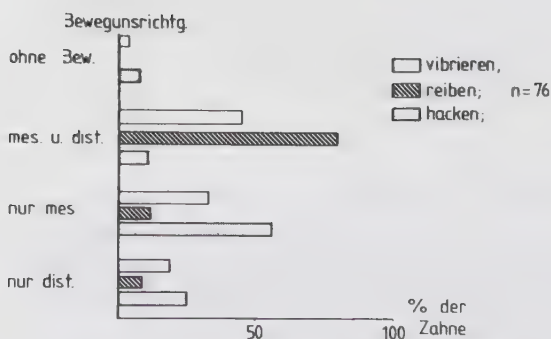


Abb. 26 : trans. Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

SAGITTALE AMPLITUDEN

Zunächst eine Erläuterung des Begriffes „Amplitude“:

Die Amplitude bezeichnet hier die beiden während einer Bewegung (Vibrieren, Reiben etc.) am weitesten voneinander entfernten Punkte. Sie ist somit ein Maß für die während einer Bewegung zurückgelegte Wegstrecke.

Zwei Beispiele:

Beträgt die Auslenkung 50 μm lingual bis 55 μm lingual, beträgt die Amplitude 5 μm , o d e r :

beträgt die Auslenkung 15 μm lingual bis 30 μm bukkal, beträgt die Amplitude 45 μm .

Die in der OK-Front gemessenen Amplituden betragen:

1-10 μm bei 37 Zähnen (größte Gruppe);

11-20 μm bei 25 Zähnen; 21-30 μm bei 7 Zähnen.

Sagittale Amplituden von 31-40 μm zeigen 4 Zähne, während je 1 Zahn Wege von 41-50 μm und von 51-60 μm zurücklegt. (Abb. 31).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Die transversalen Amplituden der OK-Front fallen etwas größer aus als die sagittalen. So beträgt die Amplitude für die größte Gruppe (27 Zähne) 11-20 μm , für 23 Zähne 1-10 μm und für 14 Zähne 21-30 μm . Amplituden von 31-40 μm und von 41-50 μm werden an 6 bzw. bzw. an 3 Zähnen gemessen. (Abb. 32).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung wird eine Maximalauslenkung von 1-10 μm bei 24 Zähnen gemessen, von 11-20 μm bei 15 Zähnen und 21-30 μm bei 9 Zähnen. Größere Bukkalauslenkungen sind die Ausnahme. 4 Zähne bewegen sich um 31-40 μm nach bukkal, je 1 Zahn um 41-50 μm , um 71-80 μm sowie um 121-130 μm .

In lingualer Richtung sind die Maximalauslenkungen kleiner. So bewegen sich 30 Zähne um 1-10 μm , 10 Zähne um 11-20 μm und nur 4 Zähne um 21-30 μm nach lingual. (Abb. 37).

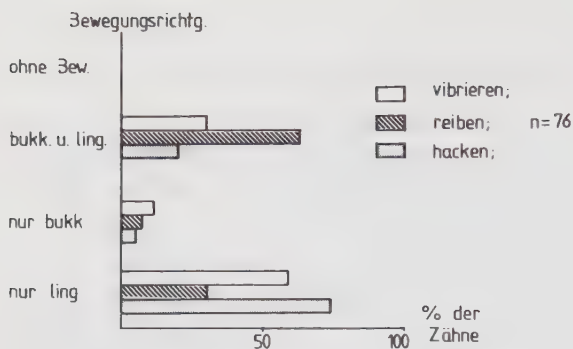


Abb. 27: sag. Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

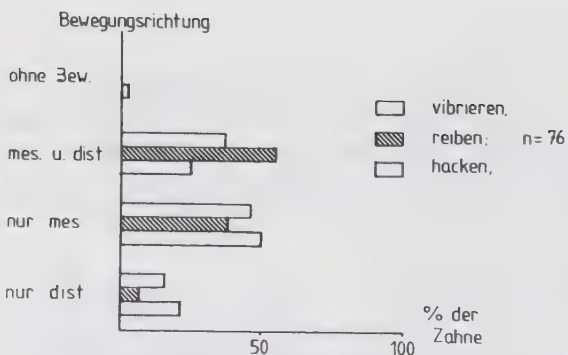


Abb 28 trans Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Die Maximalauslenkungen nach distal betragen bei 32 Zähnen 1-10 μm , bei 10 Zähnen 11-20 μm und bei 5 Zähnen 21-30 μm . 2 „Ausreißer“ werden um 101-110 μm nach distal bewegt.

Nach mesial zeigen 30 Zähne eine Maximalauslenkung von 1-10 μm , 15 Zähne bewegen sich um 11-20 μm und 10 Zähne um 21-30 μm . Auch in mesialer Richtung bleiben größere Maximalauslenkungen die Ausnahme: 3 Zähne erhalten Auslenkungen von 31-40 μm , 1 Zahn von 41-50 μm . (Abb. 38).

4.3.2. UK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In der Sagittalebene bewegen sich die meisten Zähne (45) der UK-Front ausschließlich lingual ihrer Null-Lage. Eine Pendelbewegung von bukkal nach lingual zeigen 23 Zähne, 8 weitere Zähne bewegen sich nur bukkal der Null-Lage.

Transversal kommen ausschließlich mesiale Bewegungen (35 Zähne) oder mesio-distale (28 Zähne) Pendelbewegungen am häufigsten vor. Nur 12 Zähne bewegen sich ausschließlich distal ihrer Null-Lage. (Abb. 27, 28).

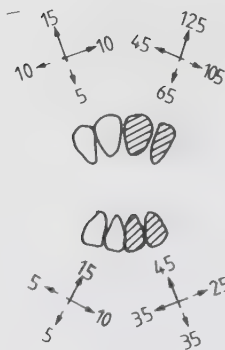
SAGITTALE AMPLITUDEN

Die sagittalen Amplituden der UK-Front betragen:

1-10 μm bei 43 Zähnen; 11-20 μm bei 25 Zähnen; 21-30 μm und 31-40 μm bei je 4 Zähnen. (Abb. 33).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Die transversalen Amplituden der UK-Front verteilen sich ähnlich wie die sagittalen. Bei 45 Zähnen betragen sie 1-10 μm , bei 22 Zähnen 11-20 μm und bei 6 Zähnen 21-30 μm . Nur 2 Zähne erhalten eine transversale Amplitude von 31-40 μm . (Abb. 34).



Auslenkungen beim Vibrieren

- Richtung
- -→ seltene Richtung
- Zahl = Wert in μm
- Durchschnittl. Werte
- ▨ Höchstwerte

Abb. 29: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen beim Vibrieren

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Insgesamt 21 Zähne bewegen sich um 1-10 μm nach bukkal. Um 11-20 μm nach bukkal werden 8 Zähne bewegt, während größere Bukkalauslenkungen nur an 2 Zähnen gemessen wurden (21-30 μm und 31-40 μm). (Abb. 39).

Erwartungsgemäß fallen die Lingualauslenkungen in dieser Kategorie im Durchschnitt etwas größer aus. So bewegen sich 30 Zähne um 1-10 μm nach lingual, 19 Zähne um 11-20 μm und 13 Zähne um 21-30 μm . Um 31-40 μm in lingualer Richtung werden 5 Zähne ausgelenkt, um 41-50 μm 1 Zahn.

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Für die in distaler Richtung gemessenen Maximalauslenkungen ergibt sich die folgende Verteilung:

Um 1-10 μm bewegen sich 27 Zähne, um 11-20 μm 13 Zähne und um 21-30 μm 1 Zahn.

In mesialer Richtung bewegen sich 36 Zähne um 1-10 μm , 17 Zähne um 11-20 μm und 9 Zähne um 21-30 μm . 1 Zahn erhält eine mesiale Maximalauslenkung von 31-40 μm . (Abb. 40).

4.3.3. Zusammenfassung: (Abb. 29)

Im OK ergibt sich für die Ergebnisse der Messungen die folgende Zusammenfassung:

- Der „durchschnittliche“ OK-Frontzahn zeigt beim Vibrieren eine Pendelbewegung um seine Null-Lage mit einer sagittalen Auslenkung von etwa 15 μm nach bukkal bis etwa 5 μm nach lingual und einer transversalen Auslenkung von etwa 10 μm nach mesial bis etwa 10 μm nach distal. Für Zähne mit Pendelbewegungen, die die Null-Lage nicht überqueren, gilt:
ausschließlich bukkale Pendelbewegungen sind etwa doppelt so häufig wie ausschließlich linguale; transversal verhalten sich ausschließlich mesiale Auslenkungen zu den ausschließlich distalen ebenfalls etwa 2:1.

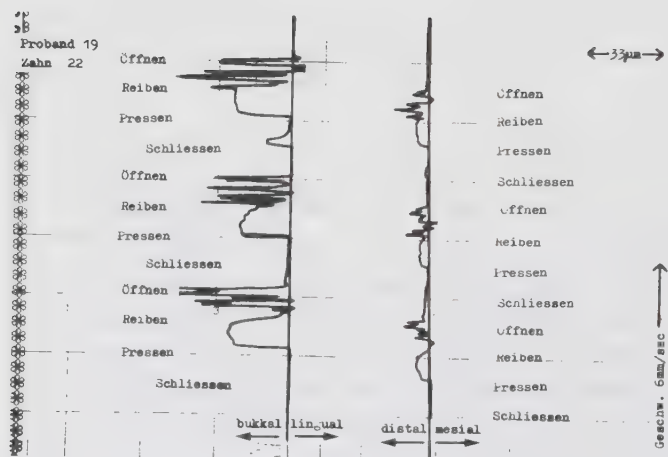


Abb. 30: Meßschrieb eines seitlichen oberen
 Schneidezahnes beim Reiben

Für die Messungen der UK-Frontzähne ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- Der „durchschnittliche“ UK-Frontzahn zeigt beim Vibrieren eine sagittale Pendelbewegung von etwa 15 μm nach lingual bis etwa 5 μm nach bukkal und eine transversale Pendelbewegung von ca. 10 μm nach mesial bis ca. 5 μm nach distal. Ausschließlich linguale Pendelbewegungen kommen etwa sechsmal häufiger vor als ausschließlich bukkale, ausschließlich mesiale etwa dreimal häufiger als ausschließlich distale.

4.4. REIBEN

In Abb. 30 sind die Aufzeichnungen eines beim Reiben gemessenen Zahnes dargestellt. Besonders charakteristisch sind große Amplituden und Maximalauslenkungen. Beim Reiben werden die größten Bewegungen überhaupt registriert. Auch die transversalen Auslenkungen sind oftmals größer als etwa die Abb. 30 zeigt.

4.4.1. OK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Beim Reiben führt die größte Gruppe der OK-Frontzähne (45) sagittal eine Pendelbewegung um ihre Null-Lage durch. Nur bukkal bewegen sich 24 Zähne, nur lingual werden 7 Zähne bewegt.

Transversal wird eine Auslenkung sowohl nach mesial als auch nach distal sogar bei 60 Zähnen gemessen. 9 Zähne bewegen sich nur mesial und 7 Zähne nur distal. (Abb. 25, 26).

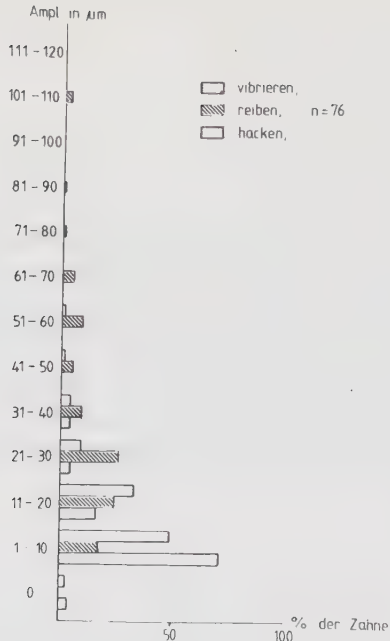


Abb. 31: Sagittale Amplituden der OK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

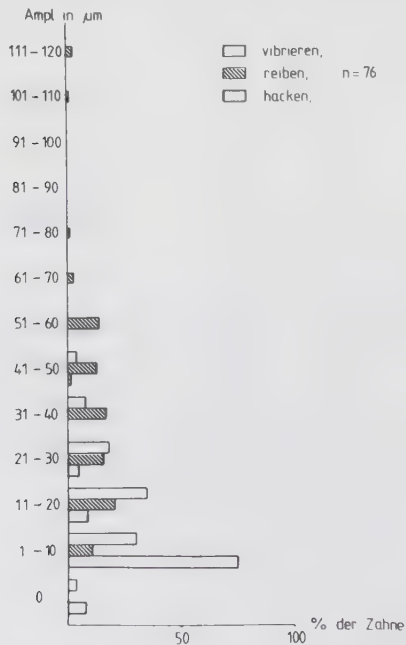


Abb. 32: Transversale Amplituden der OK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

SAGITTALE AMPLITUDEN

Bei 20 Zähnen (größte Gruppe) beträgt die Amplitude 21-30 μm , bei 17 Zähnen 11-20 μm und bei 13 Zähnen 1-10 μm . Je 7 Zähne zeigen Amplituden von 31-40 μm und 51-60 μm , je 4 Zähne von 41-50 μm und 61-70 μm und je 1 Zahn von 71-80 μm und 81-90 μm . 2 Zähne zeigen eine sagittale Amplitude von 101-110 μm . (Abb. 31).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Ebenso wie die sagittalen Amplituden sind erwartungsgemäß auch die transversalen Amplituden beim Reiben im Durchschnitt größer als beim Vibrieren. Bei 16 Zähnen betragen sie 11-20 μm , bei 13 Zähnen 31-40 μm , bei 12 Zähnen betragen sie 21-30 μm , bei 11 Zähnen 51-60 μm , bei 10 Zähnen 41-50 μm und bei 8 Zähnen 1-10 μm .

Amplituden von 61-70 μm sowie von 111-120 μm werden an je 2 Zähnen gemessen, während je 1 Zahn eine Amplitude von 71-80 μm und von 101-110 μm besitzt. (Abb. 32).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Insgesamt 18 Zähne bewegen sich um 1-10 μm in bukkaler Richtung. Es folgen 14 Zähne mit einer Bukkalauslenkung von 11-20 μm , sowie 11 Zähne, die sich um 21-30 μm nach bukkal bewegen.

Um 41-50 μm in dieser Richtung werden 10 Zähne ausgelenkt, um 31-40 μm 8 Zähne. Größere Bukkalauslenkungen als die genannten sind selten. So bewegen sich 4 Zähne um 51-60 μm nach bukkal, während je 1 Zahn sich um 61-70 μm , um 91-100 μm , um 111-120 μm und um 121-130 μm nach bukkal bewegt. Die Lingualauslenkungen sind im Durchschnitt wesentlich kleiner. So betragen die Maximalauslenkungen bei 31 Zähnen 1-10 μm , bei 15 Zähnen 11-20 μm und bei 5 Zähnen 21-30 μm nach lingual. Eine Lingualauslenkung von 61-70 μm wird an 1 Zahn gemessen. (Abb. 37).

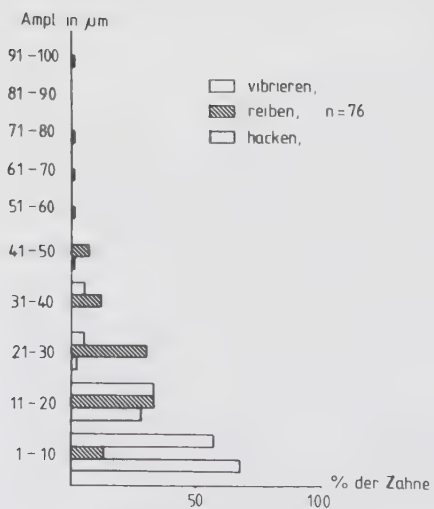


Abb 33 sag Amplituden der UK-Frontzähne
beim Vibrieren, Reiben und Hacken

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Eine Maximalauslenkung nach distal von 1-10 μm wird bei 25 Zähnen gemessen, 17 weitere Zähne bewegen sich um 11-20 μm nach distal und 14 Zähne um 21-30 μm nach distal. 6 Zähne zeigen Distalauslenkungen von 31-40 μm , 2 Zähne von 41-50 μm . Je 1 Zahn erreicht eine Distalauslenkung von 61-70 μm , von 71-80 μm und von 81-90 μm . In mesialer Richtung bewegen sich 22 Zähne (größte Gruppe) um 11-20 μm , 19 Zähne um 1-10 μm und 13 Zähne um 21-30 μm . 9 Zähne zeigen Mesialauslenkungen von 31-40 μm , 6 weitere Zähne von 41-50 μm . (Abb. 38).

4.4.2. UK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Ebenso wie bei den OK-Frontzähnen kommt ein Überqueren der Null-Lage auch bei den meisten UK-Frontzähnen (48) vor. Ausschließlich lingual bewegen sich 23 Zähne, ausschließlich bukkal nur 5 Zähne.

Auch transversal wird die Null-Lage von den meisten Zähnen (42) überquert, während immerhin 29 Zähne sich ausschließlich mesial ihrer Null-Lage bewegen. Ausschließlich distal ihrer Null-Lage bewegen sich nur 5 Zähne. (Abb. 27, 28).

SAGITTALE AMPLITUDEN

Bei 25 Zähnen der UK-Front beträgt die sagittale Amplitude 11-20 μm , bei 23 Zähnen 21-30 μm . Es folgen 10 Zähne mit einer sagittalen Amplitude von 1-10 μm und 9 Zähne mit einer Amplitude von 31-40 μm . Bei 5 Zähnen wird eine Amplitude von 41-50 μm gemessen. Amplituden von 51-60 μm , von 61-70 μm , von 71-80 μm und von 91-100 μm erhalten je 1 Zahn. (Abb. 33).

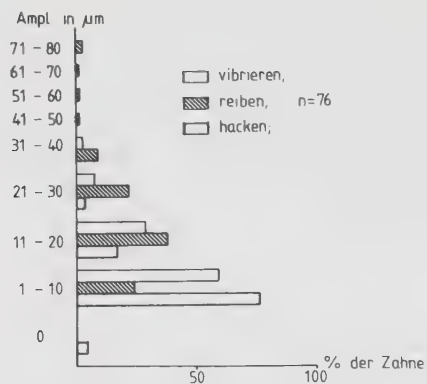


Abb 34 trans Amplituden der UK-Frontzähne
beim Vibrieren, Reiben und Hacken

TRANSVERSALE AMPLITU DEN

Geringfügig kleiner als die sagittalen fallen die transversalen Amplituden aus. Die größte Gruppe besitzt zwar immer noch eine Amplitude von 11-20 μm (29 Zähne), es folgen jedoch 18 Zähne mit einer transversalen Amplitude von 1-10 μm und 17 Zähne mit einer Amplitude von 21-30 μm .

Bei 7 Zähnen wird eine Amplitude der Größenordnung 31-40 μm gemessen, bei 2 Zähnen eine Amplitude von 71-80 μm . 41-50 μm , 51-60 μm und 61-70 μm sind die transversalen Amplituden jeweils eines Zahnes. (Abb. 34).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

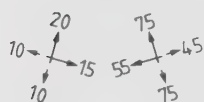
30 Zähne bewegen sich um 1-10 μm nach bukkal, 13 Zähne um 11-20 μm und 7 Zähne um 21-30 μm . Je 1 Zahn bewegt sich um 31-40 μm , um 41-50 μm sowie um 71-80 μm nach bukkal.

In lingualer Richtung bewegen sich 26 Zähne um 11-20 μm , 21 Zähne um 1-10 μm und 13 Zähne um 21-30 μm . Bei 5 Zähnen beträgt die maximale Lingualauslenkung 31-40 μm , bei 3 Zähnen 41-50 μm und bei 2 Zähnen 51-60 μm . Eine maximale Auslenkung von 71-80 μm in lingualer Richtung wird an einem UK-Frontzahn gemessen. (Abb. 39).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Wie schon bei den Amplituden sichtbar wird, ist beim Reiben die transversale Beweglichkeit der Zähne geringer als die sagittale. Dieser Sachverhalt schlägt sich natürlich auch in den maximalen Auslenkungsbeträgen nieder. So bewegen sich 25 Zähne um 1-10 μm nach distal, 15 Zähne um 11-20 μm nach distal und 5 Zähne um 21-30 μm nach distal. Nur 2 Zähne zeigen größere Distalauslenkungen, um 31-40 μm bzw. um 51-60 μm .

Nach mesial bewegen sich 26 Zähne um 1-10 μm , weitere 26 werden um 11-20 μm nach mesial bewegt. 14 Zähne bewegen sich um 21-30 μm in dieser Richtung, 2 Zähne um 31-40 μm und ebenfalls 2 Zähne um 41-50 μm . Nur 1 Zahn wird um 51-60 μm nach mesial ausgelenkt. (Abb. 40).



Auslenkungen beim Reiben

← Richtung

← - seltene Richtung

Zahl = Wert in μm



durchschnittl. Werte



Höchstwerte

Abb. 35: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen beim Reiben

4.4.3. Zusammenfassung: (Abb. 35)

Zusammengefaßt zeigen die Zähne der OK-Front beim Reiben das folgende Verhalten:

- Der „durchschnittliche“ OK-Frontzahn bewegt sich in der Sagittalebene von etwa 10 μm lingual nach etwa 35 μm bukkal. In Einzelfällen werden diese Werte jedoch weit überschritten, in Ausnahmefällen kommt es sogar zu Bukkalauslenkungen oberhalb 100 μm . Auch in der Transversalebene kommt eine Pendelbewegung um die Null-Lage des Zahnes herum am häufigsten vor, und zwar von ca. 25 μm mesial nach ca. 20 μm distal. Diese Werte werden ebenfalls in Ausnahmefällen um das zwei- bis dreifache überschritten. Etwa ein Drittel der OK-Frontzähne bewegt sich beim Reiben in der Sagittalebene ausschließlich bukkal der Null-Lage, während in der Transversalebene praktisch alle Zähne ihre Null-Lage überqueren.

Die Zusammenfassung der im UK gemessenen Werte ergibt:

- Mehr als die Hälfte der UK-Frontzähne bewegt sich beim Reiben sowohl sagittal als auch transversal über seinen Null-Punkt hinweg. Etwa ein Drittel aller Zähne bewegt sich sagittal ausschließlich lingual und transversal ausschließlich mesial seiner Null-Lage. In der sagittalen reichen die durchschnittlichen Auslenkungen von etwa 20 μm lingual bis etwa 10 μm bukkal, in der transversalen von etwa 15 μm mesial bis etwa 10 μm distal.

Ebenso wie im OK werden auch im UK die genannten Durchschnittswerte in Einzelfällen um das zwei- bis dreifache überschritten.

Proband 5
Zahn 31

← 33µm →

Öffnen

Hacken

pressen

Schliessen

Öffnen

Hacken

pressen

Schliessen

Öffnen

Hacken

pressen

Schliessen

distal mesial

bukkal lingual

Öffnen

Hacken

pressen

Schliessen

Öffnen

Hacken

pressen

Schliessen

Öffnen

Hacken

pressen

Schliessen

Geschw. mm/sec.

Abb. 36: Meßschrieb eines UK-Frontzahnes
beim Hacken

4.5. HACKEN

Auch beim Hacken kann davon ausgegangen werden, daß die Kontaktsituationen zwischen OK- und UK-Zähnen nicht eindeutig definiert werden können. Den gemessenen Maximalauslenkungen zufolge liegt die Kieferschlußkraft beim Hacken zwischen der beim Schliessen und der beim Pressen.

Ferner ist ungewiß, ob der Proband ohne vorheriges „Aus-tasten“ die maximale Interkuspidation findet und damit für einen kurzen Moment Kontakte vortäuscht, die in der maximalen Interkuspidation nicht mehr vorhanden sind.

Aus diesen Gründen wird auch beim Hacken darauf verzichtet, die gemessenen Auslenkungsrichtungen in Beziehung zu irgendwelchen okklusalen Kontakten zu setzen. Die Abbildung 36 zeigt eine für das Hacken typische Aufzeichnung: die zum Hacken gehörigen Maximalauslenkungen erreichen nicht ganz die Werte des Pressens, während sie zumindest transversal in aller Regel oberhalb der Werte des Schliessens liegen.

4.5.1. OK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In der Sagittalebene ist eine Bewegung ausschließlich bukkal der Null-Lage am häufigsten (33 Zähne). Nur in linguale Richtung werden 26 Zähne ausgelenkt, während es bei 13 Zähnen zu einer Bewegung in beiden Richtungen der Null-Lage kommt. 3 OK-Frontzähne zeigen keine sagittale Beweglichkeit.

Transversal bewegen sich 42 Zähne nur nach mesial (größte Gruppe), 19 Zähne nur nach distal und 8 Zähne sowohl mesial als auch distal. 6 Zähne verbleiben ohne transversale Bewegung. (Abb. 25, 26).

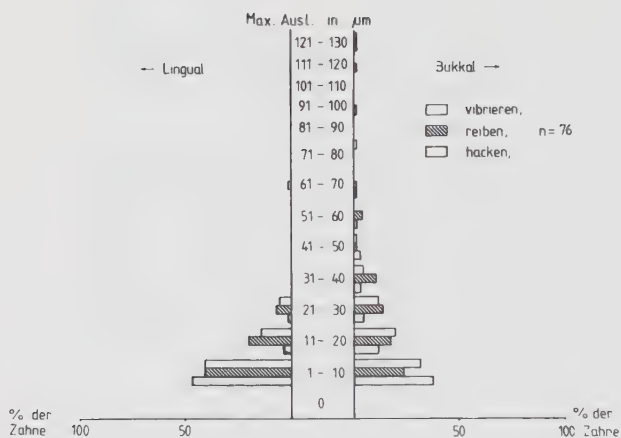


Abb. 37: Sagittale Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

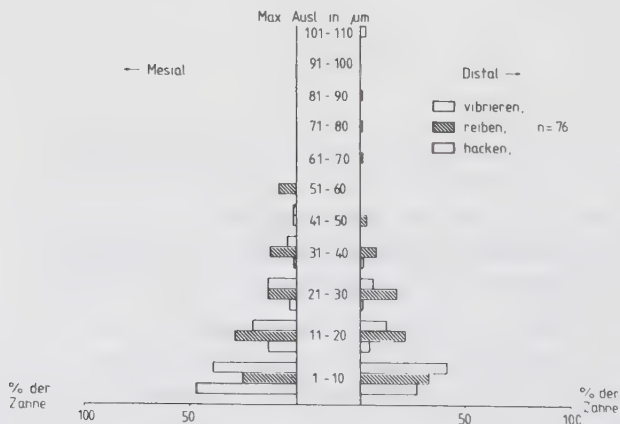


Abb. 38: Transversale Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

SAGITTALE AMPLITUDEN

Die beim Hacken ermittelten durchschnittlichen Amplituden liegen erwartungsgemäß unterhalb denen beim Reiben und beim Vibrieren. So besitzen 54 Zähne eine sagittale Amplitude von 1-10 μm und 12 Zähne eine sagittale Amplitude von 11-20 μm . Amplituden von 21-30 μm und von 31-40 μm zeigen je 3 Zähne. (Abb. 31).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

In der Transversalebene fallen die Amplituden noch kleiner aus. So wird bei 57 Zähnen eine Amplitude von 1-10 μm gemessen. 7 Zähne zeigen Amplituden der Größenordnung 11-20 μm , bei 4 Zähnen betragen sie 21-30 μm . Nur 1 Zahn zeigt eine Amplitude von 41-50 μm . (Abb. 32).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung bewegen sich 29 Zähne um 1-10 μm , 9 Zähne um 11-20 μm und 4 Zähne um 21-30 μm . Größere Bukkalauslenkungen sind die Ausnahme: an 2 Zähnen betragen sie 31-40 μm , an je 1 Zahn 51-60 μm und 61-70 μm .

Nach lingual werden 36 Zähne um 1-10 μm ausgelenkt, 2 Zähne um 11-20 μm und 1 Zahn um 21-30 μm . (Abb. 37).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung werden 21 Zähne um 1-10 μm ausgelenkt, um 11-20 μm 4 Zähne. Nur 2 Zähne bewegen sich weiter nach distal (um 21-30 μm bzw. um 31-40 μm).

In mesialer Richtung bewegen sich 36 Zähne um 1-10 μm , 10 Zähne um 11-20 μm und 2 Zähne um 21-30 μm . Mesialauslenkungen von 31-40 μm und 41-50 μm werden von je 1 Zahn erreicht. (Abb. 38).

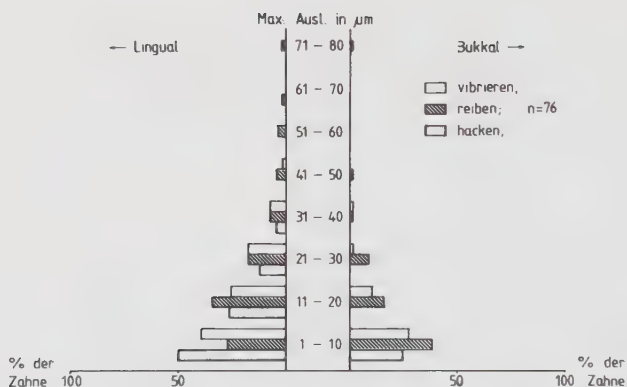


Abb 39 sag Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

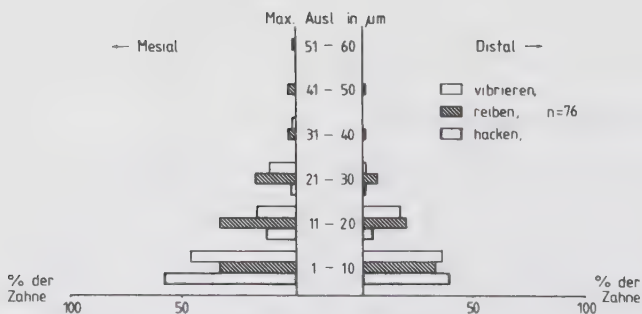


Abb 40 trans Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne beim Vibrieren, Reiben und Hacken

4.5.2. UK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Einso wie bei der OK-Front bewegen sich auch in der UK-Front die meisten Zähne nur auf einer Seite ihrer Null-Lage. So werden 56 Zähne nur nach lingual bewegt, 15 Zähne von bukkal nach lingual und 4 Zähne nur bukkal.

In der Transversalebene sind es 54 Zähne, die ihren Null-Punkt nicht überqueren (38 nur mesial, 16 nur distal), während 19 Zähne sich von mesial nach distal bewegen. 2 Zähne verbleiben ohne transversale Beweglichkeit.

(Abb. 27, 28).

SAGITTALE AMPLITUDEN

Auch die Amplituden ähneln in ihrer Verteilung denen des OK. Bei 51 Zähnen beträgt sie 1-10 μm , bei 21 Zähnen 11-20 μm . Amplituden von 21-30 μm zeigen 2 Zähne, von 41-50 μm nur 1 Zahn. (Abb. 33).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

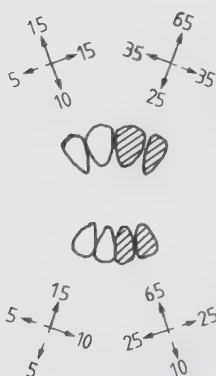
Bei insgesamt 58 Zähnen liegen die Amplituden im Bereich von 1-10 μm , bei 13 weiteren betragen sie 11-20 μm . 2 Zähne erhalten eine transversale Amplitude von 21-30 μm .

(Abb. 34).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Sämtliche 19 nach bukkal ausgelenkten Zähne bewegten sich nur um 1-10 μm . Die lingualen Maximalauslenkungen betragen bei 38 Zähnen 1-10 μm , bei 20 Zähnen 11-20 μm und bei 9 Zähnen 21-30 μm . Um 31-40 μm nach lingual bewegen sich 3 Zähne, 1 Zahn erhält eine Lingualauslenkung von 61-70 μm .

(Abb. 39).



Auslenkungen beim Hacken

- ← Richtung
- ← - seltene Richtung

Zahl = Wert in μm

○ durchschnittl. Werte

◐ Höchstwerte

Abb. 41: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen beim Hacken

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung bewegen sich 30 Zähne um 1-10 μm , 4 Zähne um 11-20 μm und 1 Zahn um 21-30 μm .

Nach mesial bewegen sich 45 Zähne um 1-10 μm , 10 weitere Zähne um 11-20 μm und 2 Zähne um 21-30 μm . (Abb. 40).

4.5.3. Zusammenfassung: (Abb. 41)

Die Zusammenfassung der beim Hacken gemessenen Werte ergibt für den OK:

- Die beim Vibrieren und beim Reiben häufig gemessene Überquerung der Null-Linie kommt beim Hacken vergleichsweise selten vor; sagittal wie transversal begrenzt sich die Pendelbewegung auf eine Seite der Null-Lage, wobei in der Auslenkungsrichtung eine auffällig häufige Übereinstimmung mit der beim Pressen gemessenen Richtung besteht.

In der OK-Front ist eine ausschließlich bukkale Auslenkung nahezu gleich häufig wie eine ausschließlich linguale.

In lingualer Richtung betragen die Auslenkungen so gut wie nie mehr als 10 μm , die durchschnittliche Bukkalauslenkung von etwa 15 μm wird gelegentlich um etwa das Doppelte überschritten.

In der Transversalebene findet sich in der OK-Front eine deutliche Bevorzugung der ausschließlich mesialen Auslenkung. Nur etwa ein Viertel der gemessenen Zähne bewegt sich ausschließlich nach distal. Nach mesial werden Auslenkungen von 15 μm nur selten überschritten, nach distal betragen sie im Durchschnitt etwa 5 μm .

Proband 8
Zahn 21

←35um→

Offnen

Linkslateral

Pressen

Schliessen

Offnen

Linkslateral

Pressen

Schliessen

Offnen

Linkslateral

Pressen

Schliessen

bukkal lingual

distal mesial

Offnen

Linkslateral

Pressen

Schliessen

Offnen

Linkslateral

Pressen

Schliessen

Offnen

Linkslateral

Pressen

Schliessen

Geschw. 6mm/sec.

Abb. 42: Meßschrieb eines OK-Frontzahnes
bei der Laterotrusionsbewegung

Für den UK gilt in der Zusammenfassung:

- Sagittal sind, genau wie im OK, Überquerungen der Null-Lage selten; bei deutlichem Übergewicht der ausschließlich lingualen Auslenkung kommen ausschließlich bukkale Auslenkungen praktisch nicht vor.

In der Transversalebene herrschen ausgeglichene Verhältnisse. Etwa ein Viertel der Zähne überqueren die Null-Linie, ein weiteres Viertel wird ausschließlich nach distal bewegt und etwa die Hälfte der Zähne bewegt sich ausschließlich nach mesial.

Bukkalauslenkungen oberhalb 5 μm kommen praktisch nicht vor, die durchschnittliche Lingualauslenkung beträgt etwa 15 μm . In der Transversalebene werden Mesialauslenkungen von 10 μm und Distalauslenkungen von 5 μm nur selten überschritten.

4.6. LATEROTRUSION

Bei der folgenden Besprechung der Laterotrusionsbewegungen des UK werden die Ergebnisse von linkslateralen und rechtslateralen Bewegungen zusammengefaßt und gemeinsam besprochen.

Die Begriffe „Arbeitsseite“ und „Balanceseite“ werden üblicherweise nur im Seitenzahnbereich gebraucht. Es sei darauf hingewiesen, daß die Begriffe hier zur Bezeichnung eines ganzen Kieferquadranten, also auch der Frontzähne, gebraucht werden. Dies bedeutet, daß z.B. bei der Rechtslateralbewegung alle Zähne der I. und IV.Quadranten zur Arbeitsseite, alle Zähne der II. und III.Quadranten zur Balanceseite gehören.

Abbildung 42 zeigt die Aufzeichnung des OK-Frontzahnes der Arbeitsseite. Zu Beginn der Lateralbewegung steht der Zahn etwa 6 μm lingual seiner Null-Lage (Diese Auslenkung erfährt der Zahn durch das der Lateralbewegung vorangestellte Pressen), wird dann rasch in eine mesio-lingual gelegene Position ausgelenkt, um sich nach kurzer Zeit wieder zurück in Richtung seiner beim Öffnen eingenommenen Lage zu bewegen. Wahrscheinlich stellt der Umkehrpunkt der Kurven den Punkt dar, an dem der registrierte Zahn diskussionsbedingt seinen Antagonistenkontakt verliert.

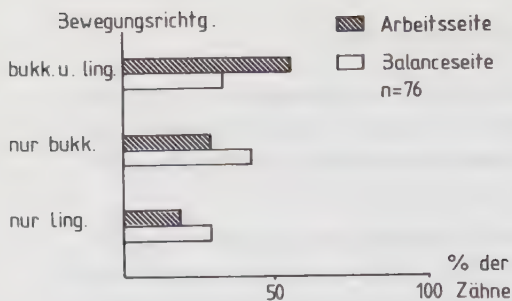


Abb. 43 : sag. Auslenkungsrichtungen der OK- Frontzähne bei der Laterotrusionsbewegung

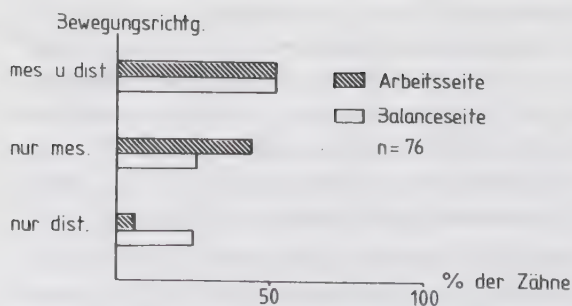


Abb. 44 : trans. Auslenkungsrichtungen der OK- Frontzähne bei der Laterotrusionsbewegung

4.6.1. OK-Frontzähne der Arbeitsseite

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In der Sagittalebene bewegen sich insgesamt 41 Zähne der 76 gemessenen Zähne auf beiden Seiten ihrer Null-Lage, also von bukkal nach lingual. Nur bukkal bewegen sich 21 Zähne, während 14 Zähne während der gesamten Laterotrusionsbewegung auf der lingualen Seite ihrer Null-Lage verbleiben.

(Abb. 43, 44).

Auch in der Transversalebene überqueren die meisten Zähne (39) ihre Null-Lage und bewegen sich sowohl nach mesial als auch nach distal. Nur nach mesial werden 33 Zähne bewegt, während nur 4 Zähne ausschließlich in distaler Richtung ausgelenkt werden. Da es sich um UK-Frontzähne der ARBEITSSEITE handelt, liegt insbesondere bei den nur nach mesial bewegten Zähnen der Verdacht nahe, daß die Schiene eher nach distal bewegt wird, als der betreffende Zahn nach mesial.

SAGITTALE AMPLITUDEN

Die größte Gruppe (25 Zähne) zeigt eine sagittale Amplitude der Größenordnung 11-20 μm , 18 Zähne bewegen sich 21-30 μm . Bei 15 Zähnen beträgt die Amplitude 1-10 μm , bei 7 weiteren 31-40 μm . 4 Zähne bewegen sich 41-50 μm , 3 Zähne 51-60 μm und 2 Zähne 61-70 μm . Bei je 1 Zahn wird eine Amplitude von 81-90 μm bzw. 101-110 μm gemessen. (Abb. 45).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Auch in der Transversalebene beträgt die Amplitude der größten Gruppe (19 Zähne) 11-20 μm . Bei 15 Zähnen beträgt sie 21-30 μm , während 11 Zähne um 41-50 μm bewegt werden. 14 Zähne besitzen transversale Amplituden von 1-10 μm , bei 10 Zähnen betragen sie 31-40 μm und bei 5 Zähnen 51-60 μm . Je 1 Zahn bewegt sich um 61-70 μm bzw. um 101-110 μm . (Abb. 46).

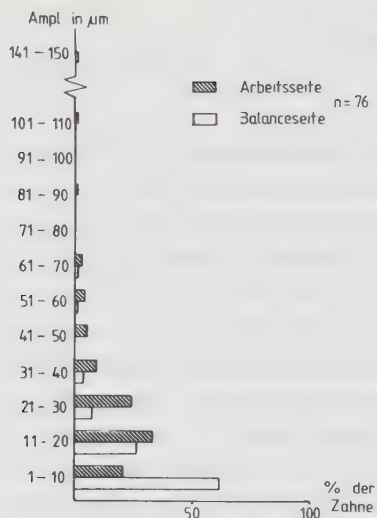


Abb 45 sag Amplituden der OK-Frontzähne
bei der Laterotrusionsbewegung

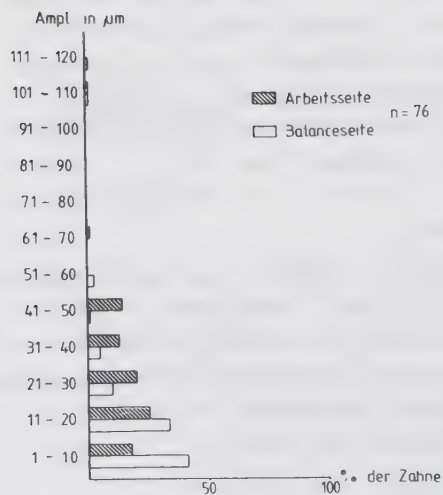


Abb 46 trans Amplituden der OK-Frontzähne
bei der Laterotrusionsbewegung

SACITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung werden die größten Maximalauslenkungen gemessen. Sie betragen bei 20 Zähnen 1-10 μm , bei 16 Zähnen 21-30 μm , bei 15 Zähnen 11-20 μm und bei 4 Zähnen 41-50 μm . Um 31-40 μm nach bukkal bewegen sich 3 Zähne, während je 1 Zahn um 61-70 μm , um 71-80 μm , um 81-90 μm bzw. um 101-110 μm nach bukkal bewegt wird. (Abb. 47).

Die Lingualauslenkungen sind durchschnittlich kleiner: um 1-10 μm in dieser Richtung bewegen sich 30 Zähne, 19 weitere um 11-20 μm . Höhere Werte werden nur selten erreicht. Nur 5 Zähne bewegen sich um 21-30 μm nach lingual und nur 1 Zahn wird um 41-50 μm in dieser Richtung ausgelenkt.

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

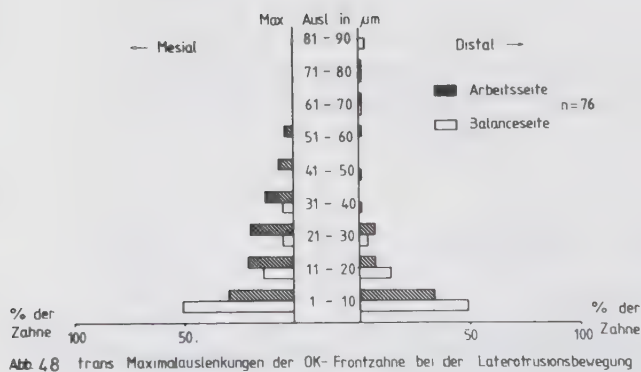
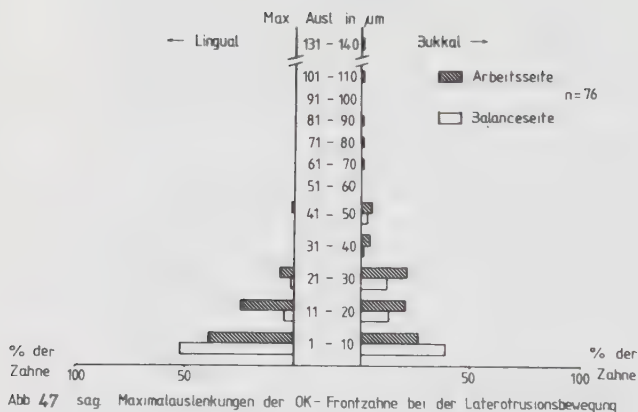
In mesialer Richtung bewegen sich 23 Zähne um 11-20 μm , 16 Zähne um 1-10 μm und 15 Zähne um 21-30 μm . 10 Zähne bewegen sich um 31-40 μm nach mesial, 5 weitere um 41-50 μm und 3 Zähne um 51-60 μm .

Die distalen Maximalauslenkungen sind im Durchschnitt kleiner. Um 1-10 μm nach distal bewegen sich 26 Zähne (größte Gruppe), um 11-20 μm und um 21-30 μm nach distal nur je 5 Zähne und um 31-40 μm bzw. um 41-50 μm nach distal nur je 2 Zähne. Bei je 1 Zahn wird eine maximale Auslenkung nach distal von 51-60 μm , 61-70 μm sowie 71-80 μm gemessen. (Abb. 48).

4.6.2. OK-Frontzähne der Balanceseite

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In der Sagittalebene unterscheiden sich zahlenmäßig die Zahngruppen verschiedener Auslenkungsrichtungen kaum. So bewegen sich 31 Zähne ausschließlich nach bukkal, 24 Zähne von bukkal nach lingual und 21 Zähne ausschließlich lingual.



In der Transversalebene ist eine Null-Punktüberquerung, also eine mesiale und distale Auslenkung, deutlich häufiger (39 Zähne) als eine ausschließlich mesiale (19 Zähne) oder eine ausschließlich distale (18 Zähne). (Abb. 43, 44).

SAGITTALE AMPLITUDEN

Die größte Gruppe, 46 Zähne, zeigt eine sagittale Amplitude von nur 1-10 μm . 20 Zähne bewegen sich 11-20 μm , 5 Zähne 21-30 μm . Größere sagittale Amplituden sind die Ausnahme: 31-40 μm (2 Zähne), 51-60 μm , 61-70 μm und 141-150 μm (je 1 Zahn). (Abb. 45).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Auch in der Transversalebene sind die Amplituden auffällig kleiner als die transversalen Amplituden der Arbeitsseite. So bewegen sich 31 Zähne 1-10 μm , 26 Zähne zwischen 11 μm und 20 μm . Bei 10 Zähnen werden Amplituden von 21-30 μm gemessen, bei weiteren 4 von 31-40 μm . 2 Zähne bewegen sich 51-60 μm , je 1 Zahn 41-50 μm , 101-110 μm sowie 111-120 μm . (Abb. 46).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Um 1-10 μm in bukkaler Richtung werden insgesamt 29 Zähne bewegt, um 11-20 μm nach bukkal nur 10 Zähne. 9 Zähne bewegen sich um 21-30 μm nach bukkal, 2 Zähne um 41-50 μm und je 1 Zahn um 31-40 μm bzw. um 131-140 μm nach bukkal.

In lingualer Richtung bewegen sich 40 Zähne um 1-10 μm , 4 Zähne um 11-20 μm und 1 Zahn um 21-30 μm . (Abb. 47).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In mesialer Richtung bewegen sich 39 Zähne um 1-10 μm , 11 weitere um 11-20 μm . Mesialauslenkungen von 21-30 μm und 31-40 μm werden bei je 4 Zähnen gemessen. Auch nach distal bewegen sich die meisten Zähne (37) nur um 1-10 μm , 11 Zähne werden um 11-20 μm in dieser Richtung ausgelenkt. 3 Zähne bewegen sich um 21-30 μm nach distal, 2 weitere um 81-90 μm . Je 1 Zahn zeigt eine distale Maximalauslenkung von 31-40 μm , 41-50 μm , 61-70 μm sowie 71-80 μm . (Abb. 48).

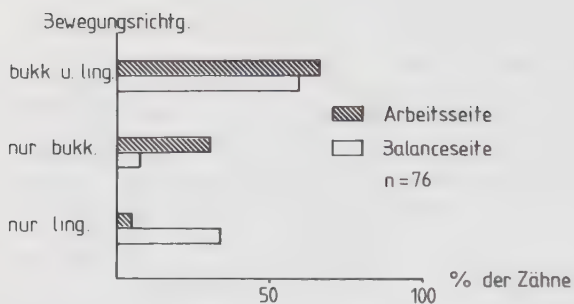


Abb 49 : sag. Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne bei der Laterotrusionsbewegung

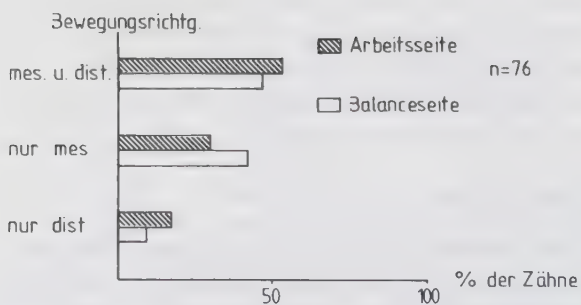


Abb 50 : trans. Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne bei der Laterotrusionsbewegung

4.6.3. UK-Frontzähne der Arbeitsseite

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Insgesamt 50 der 76 gemessenen Zähne dieser Kategorie überqueren in der Sagittalebene ihre Null-Lage mindestens einmal und bewegen sich sowohl nach bukkal als auch nach lingual. Ausschließlich linguale Auslenkungen werden an 23 Zähnen gemessen, ausschließlich bukkale an 3 Zähnen.

In der Transversalebene bewegen sich 40 Zähne nach mesial und nach distal, während 23 Zähne nur in mesialer und 13 Zähne nur in distaler Richtung bewegt werden. (Abb. 49, 50).

SAGITTALE AMPLITUDEN

Die größte Gruppe (29 Zähne) besitzt sagittale Amplituden der Größenordnung 11-20 μm . 17 Zähne bewegen sich 21-30 μm , während 10 Zähne eine Amplitude von 31-40 μm zeigen. 13 Zähne bewegen sich 1-10 μm , an je 2 Zähnen werden sagittale Amplituden von 41-50 μm und von 81-90 μm gemessen. 1 Zahn bewegt sich 71-80 μm . (Abb. 51).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Auch in der Transversalebene bilden Amplituden von 11-20 μm die größte Gruppe (34 Zähne). 19 Zähne bewegen sich 1-10 μm , 13 Zähne 21-30 μm und 4 Zähne 31-40 μm . Je 2 Zähne bewegen sich 41-50 μm und 51-60 μm , während an je einem Zahn Amplituden von 61-70 μm und von 71-80 μm gemessen werden. (Abb. 52).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung bewegen sich 35 Zähne um 1-10 μm , 9 Zähne um 11-20 μm und 8 Zähne um 21-30 μm . Bei nur 1 Zahn dieser Kategorie wird eine Bukkalauslenkung von 31-40 μm gemessen.

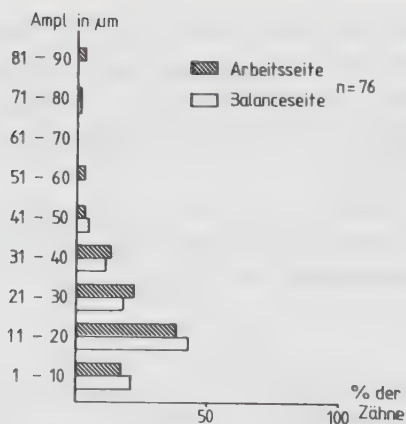


Abb. 51 : sag. Amplituden der UK-Frontzähne
bei der Laterotrusionsbewegung

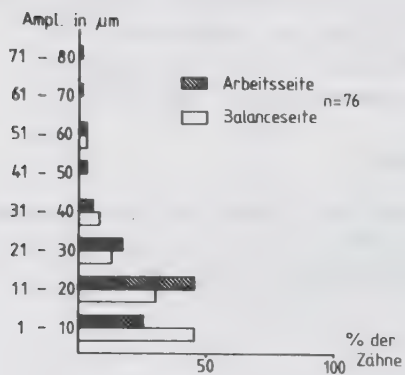


Abb. 52 : trans. Amplituden der UK-Frontzähne
bei der Laterotrusionsbewegung

Die linguale Maximalauslenkung beträgt bei 19 Zähnen 1-10 μm , bei 33 Zähnen 11-20 μm (größte Gruppe) und bei 11 Zähnen 21-30 μm . Eine linguale Maximalauslenkung von 31-40 μm erreichen 4 Zähne, bei nur wenigen Zähnen sind sie größer: 41-50 μm bzw. 81-90 μm (je 2 Zähne) sowie 51-60 μm bzw. 61-70 μm (je 1 Zahn). (Abb. 53).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung bewegen sich 27 Zähne um 1-10 μm , 15 Zähne um 11-20 μm und 3 Zähne um 21-30 μm . An je 1 Zahn beträgt die distale Maximalauslenkung 31-40 μm bzw. 61-70 μm .

Nach mesial bewegen sich 28 Zähne um 1-10 μm , 20 Zähne um 11-20 μm und 9 Zähne um 21-30 μm . 2 Zähne bewegen sich um 31-40 μm nach mesial, ebenfalls 2 Zähne um 51-60 μm . Bei 1 Zahn beträgt die mesiale Maximalauslenkung 41-50 μm . (Abb. 54).

4.6.4. UK-Frontzähne der Balanceseite

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In der Sagittalebene bewegen sich 45 Zähne dieser Kategorie sowohl bukkal als auch lingual ihrer Null-Lage. Ausschließlich nach lingual werden 25 Zähne bewegt, während nur 5 Zähne eine ausschließlich bukkale Auslenkung zeigen.

In der Transversalebene sind mesio-distale Pendelbewegungen (36 Zähne) nur geringfügig häufiger als reine Mesialauslenkungen (32 Zähne). Bei nur 7 Zähnen ist die Auslenkung ausschließlich nach distal gerichtet. (Abb. 49, 50).

SAGITTALE AMPLITUDEFN

Die größte Gruppe bilden 33 Zähne mit einer sagittalen Amplitude von 11-20 μm . 16 Zähne bewegen sich 1-10 μm , 14 Zähne 21-30 μm . 8 Zähne werden in der Sagittalebene 31-40 μm bewegt, 3 Zähne 41-50 μm . Nur 1 Zahn besitzt eine größere sagittale Amplitude (71-80 μm). (Abb. 51).

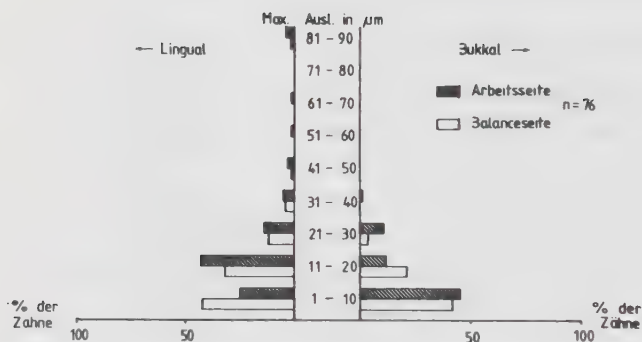


Abb. 53 sag. Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne bei der Laterotrusionsbewegung

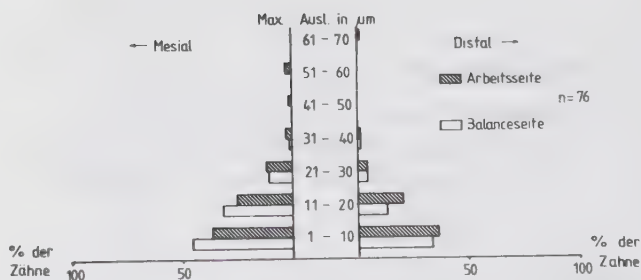


Abb. 54 trans. Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne bei der Laterotrusionsbewegung

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Die transversalen Amplituden sind im Durchschnitt etwas kleiner als die sagittalen. So wird die größte Gruppe von Zähnen mit einer Amplitude von 1-10 μm gebildet (34 Zähne), während 23 Zähne sich 11-20 μm und 10 Zähne sich 21-30 μm bewegten. Bei 6 Zähnen betragen die transversalen Amplituden 31-40 μm , nur 2 Zähne bewegen sich 51-60 μm . (Abb. 52).

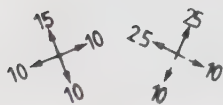
SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung werden 32 Zähne um 1-10 μm und 16 Zähne um 11-20 μm ausgelenkt. Bukkalauslenkungen von 21-30 μm erreichen nur 2 Zähne. Nach lingual bewegen sich ebenfalls 32 Zähne um 1-10 μm .

24 Zähne erreichen eine linguale Maximalauslenkung von 11-20 μm , 9 weitere Zähne bewegen sich um 21-30 μm nach lingual. Größere Maximalauslenkungen nach lingual erreichen nur 5 Zähne: 31-40 μm 3 Zähne, 41-50 μm bzw. 81-90 μm je 1 Zahn. (Abb. 53).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In dieser Richtung bewegen sich 25 Zähne 1-10 μm , 10 Zähne 11-20 μm und 3 Zähne 21-30 μm . Nur 1 Zahn erreicht eine distale Maximalauslenkung von 31-40 μm . Nach mesial bewegen sich 35 Zähne 1-10 μm , 24 Zähne 11-20 μm und 8 Zähne 21-30 μm . Ebenfalls nur 1 Zahn wurde 31-40 μm nach mesial ausgelenkt. (Abb. 54).



Auslenkungen bei der Laterotrusionsbewegung

← Richtung

← - seltene Richtung

○ Balanceseite

▨ Arbeitsseite

Zahl= durchschnittl. Wert
in μm

Abb. 55: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen bei der
Laterotrusionsbewegung

4.6.5. Zusammenfassung: (Abb. 55)

Für die OK-Frontzähne der Arbeitsseite ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- Sagittal wie transversal sind Bewegungen in beiden Richtungen der Null-Lage am häufigsten. Ebenfalls rein mesio-bukkale Auslenkungen sind häufig, rein disto-linguale Auslenkungen sind selten.

Die durchschnittlichen Auslenkungsbeträge reichen von etwa 10 μm lingual bis etwa 25 μm bukkal, transversal von etwa 10 μm distal bis etwa 25 μm mesial. In Einzelfällen werden jedoch Bukkalauslenkungen bis zu 100 μm und Distalauslenkungen bis zu 80 μm gemessen. Es scheint dies der Fall zu sein, wenn eine frontale Führung der Seitwärtsbewegung vorliegt.

Für die OK-Frontzähne der Balanceseite ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- Sagittal sind bukko-linguale, rein linguale und rein bukkale Auslenkungen bei geringerem Übergewicht der letzteren nahezu gleich häufig. Transversal überwiegt die mesio-distale Auslenkung (etwa die Hälfte aller gemessenen Zähne), während etwa je ein Viertel der Zähne sich nur nach mesial oder nur nach distal bewegt.

Die Auslenkungen reichen i.D. von etwa 10 μm lingual bis etwa 15 μm bukkal, transversal von etwa 10 μm mesial bis etwa 10 μm distal. In Extremfällen betragen die Bukkalauslenkungen allerdings bis zu etwa 50 μm und die Distalauslenkungen bis zu etwa 90 μm .

Für die UK-Frontzähne der Arbeitsseite ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- In der Sagittalebene sind bukkolinguale und rein linguale Auslenkungen häufig, während rein bukkale Auslenkungen praktisch nicht vorkommen. Transversal sind mesio-distale und rein mesiale Auslenkungen häufig, rein distale Auslenkungen relativ selten.

Die Auslenkungsbeträge reichen durchschnittlich von etwa 10 µm lingual bis etwa 10 µm bukkal, transversal von etwa 15 µm mesial bis etwa 10 µm distal. In Einzelfällen, besonders bei mesialer und bukkaler Auslenkung, werden die genannten Werte jedoch um das zwei- bis dreifache überschritten.

Für die UK-Frontzähne der Balanceseite ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- Sagittal sind bukkolinguale und rein linguale Auslenkungen am häufigsten, während rein bukkale Auslenkungen sehr selten vorkommen. Transversal sind mesio-distale und rein mesiale Auslenkungen am häufigsten, nur etwa jeder 10. Zahn bewegt sich ausschließlich nach distal.

Die Auslenkungen betragen im Durchschnitt etwa 15 µm lingual bis etwa 10 µm bukkal, transversal etwa 15 µm mesial bis etwa 10 µm distal.

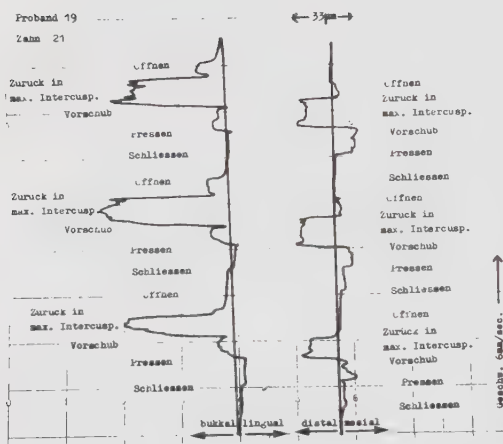


Abb. 56: Meßschrieb eines OK-Frontzahnes
bei der Protrusionsbewegung

4.7. PROTRUSION

In Abbildung 56 ist das sagittale und transversale Bewegungsverhalten eines mittleren oberen Schneidezahnes bei der Vor-schubbewegung und bei der Rückbewegung in die maximale Interkuspitation dargestellt. In der Sagittalebene wird die Wanderung des Null-Punktes um etwa $6\text{ }\mu\text{m}$ nach bukkal sichtbar. Eine mögliche Ursache hierfür ist, daß der Zahn nicht nach jeder Übung in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt. Als Null-Linie wird immer die bei dem Kommando „öffnen“ eingenommene Zahnstellung angenommen.

Die Kurven zeigen eine etwa $10\text{ }\mu\text{m}$ bukkale und etwa $10\text{ }\mu\text{m}$ mesiale Position des Zahnes kurz vor Beginn der Protrusionsbewegung. In der initialen Phase der Protrusion kehrt der Zahn nach distal, sagittal nähert er sich für einen Augenblick der Null-Linie (kurzfristiger Verlust des okklusalen Kontaktes), um sofort wieder umzuschwenken und seine maximale Bukkalauslenkung zu erreichen. Es schließt sich die Phase des Kontaktes der Schneidekanten an, welche durch kleine, unfreiwillige UK-Bewegungen und den entsprechenden Unruhen der sagittalen und transversalen Kurven gekennzeichnet ist. Die Rückbewegung in die maximale Interkuspitation stellt in dem abgebildeten Beispiel in besonders deutlicher Weise eine reine Umkehrung der Protrusionsbewegung dar. Lediglich die Auslenkungsbeträge differieren geringfügig.

Die Interpretation der bei der Protrusion und der ihr verwandten Rückführung in die maximale Interkuspitation gewonnenen Meßergebnisse sind bisweilen problematisch. Dies trifft in besonderem Maße für die Auslenkungen in der Sagittalebene zu; die bei der Mehrzahl der OK-Frontzähne auftretenden Bukkalauslenkungen und der in der UK-Front auftretenden Lingualauslenkungen bedürfen dabei keiner besonderen Erläuterung.

Sie sind die logischerweise durch die Vorschubbewegung des UK und den okklusalen Kontakt bedingten Auslenkungen der Frontzähne. (Abb. 57).

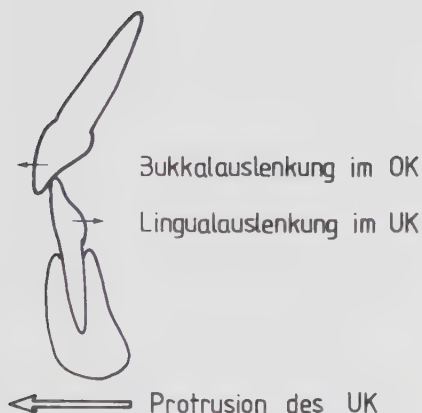


Abb. 57: Schematische Darstellung des Zustandekommens von Bukkal- bzw. Lingualauslenkungen im OK und Lingualauslenkungen im UK bei der Protrusionsbewegung

Schwieriger hingegen ist die Deutung der im OK auftretenden Lingual- bzw. der im UK auftretenden Bukkal- bzw. Lingualauslenkungen. Da diesen Auslenkungen im OK wie im UK prinzipiell die gleichen Entstehungsmechanismen zu Grunde liegen, seien die folgenden Ausführungen der Einfachheit halber auf die Betrachtung der OK-Frontzähne beschränkt.

Ein nach lingual gerichteter Ausschlag des Meßschriebes kann auf zweierlei Art zustande kommen:

1. Eine vorübergehende (oder auch eine die gesamte Vorschubbewegung überdauernde) Disklusion des zu messenden Zahnes, bedingt beispielsweise durch eine posteriore Führung der Protrusion, bewirkt eine Bukkalbewegung der Meßträgerschiene und des gesamten durch diese verblockten Zahnverbandes. (Abb. 58). In einem solchen Falle findet keine reale Lingualauslenkung statt, obwohl die Meßapparatur eine solche registriert..

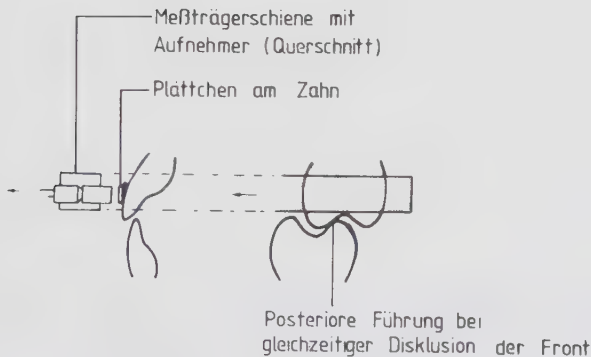


Abb. 58: Schematische Darstellung des Zustandekommens einer „unechten“ Lingualbewegung: der Molar im OK wird nach ventral bewegt. Die Mitbewegung der Schiene in Pfeilrichtung bedingt eine Vergrößerung des Spaltes zwischen Plättchen und Meßaufnahme: die Meßapparatur registriert einen Lingualausschlag!

2. Ein in lingualer Richtung einwirkender Druck bewirkt eine echte Lingualauslenkung, wenn ein entsprechend gearteter okklusaler Kontakt zwischen dem zu messenden Zahn und einem UK-Frontzahn vorhanden ist. (Abb. 59).

Wie bei den Eckzähnen erfolgt ein Zurückgehen der Bukkalauslenkung und ein Übergehen in eine Lingualauslenkung beim Kantenbiß.

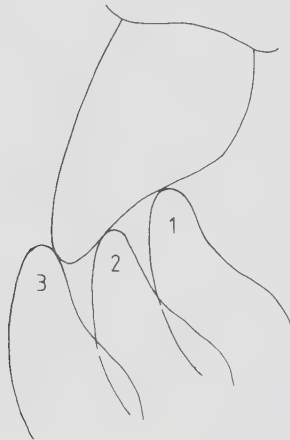


Abb. 59: Schematische Darstellung der Entstehung einer Lingualauslenkung im OK bei der Protrusionsbewegung;
Die Positionen 1 und 2 bewirken Bukkalauslenkungen, während bei Position 3 eine echte Lingualauslenkung entsteht.

Die unter 1. aufgeführte Möglichkeit einer Pseudo-Lingualbewegung kann in jeder Phase der Protrusionsbewegung auftreten. Die unter 2. aufgeführte Möglichkeit einer echten Lingualauslenkung kann naturgemäß ausschließlich am Ende der Protrusionsbewegung auftreten, da die Probanden aufgefordert waren, nicht mehr weiter als zum Kontakt der Schneidekanten zu protrudieren.

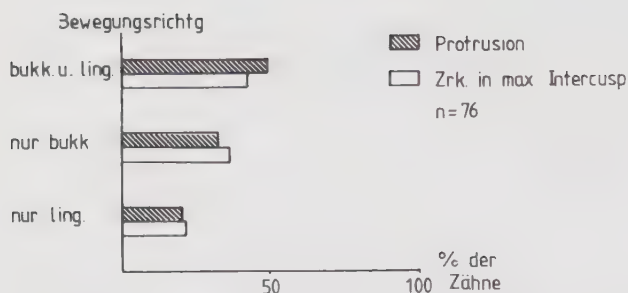


Abb. 60 : sag. Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max. Intercuspitation

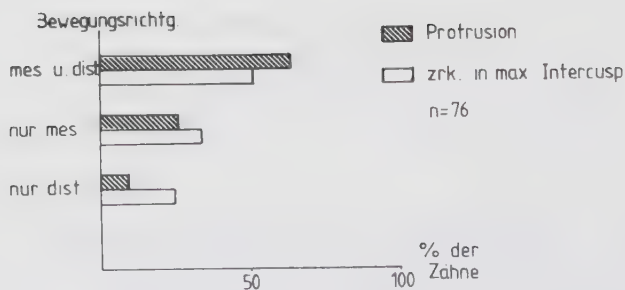


Abb 61 : trans. Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max Intercuspitation

Die Analyse der Protrusionsmeßschriebe auf die zeitliche Aufeinanderfolge bukkaler und lingualer Auslenkungen hin ergibt:

Von insgesamt 52 Zähnen, deren Meßschriebe eine Lingualauslenkung zeigen, steht diese bei 36 Zähnen am Ende der Protrusionsbewegung. An den restlichen Zähnen wird die Lingualauslenkung am Anfang oder in der Mitte der Protrusion gemessen, um sich danach in eine Bukkalauslenkung umzukehren.

Auch bei den 36 Zähnen, welche am Ende der Protrusion einen lingualen Meßschrieb liefern, ist eine echte Lingualauslenkung keinesfalls zwingend; auch in dieser Phase kann eine Bukkalposition der Schiene eine Lingualauslenkung vortäuschen.

Die im Folgenden beschriebenen Meßergebnisse der Auslenkungsrichtungen und -größen müssen vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen gesehen werden. Sie stellen eine Beschreibung der aufgezeichneten Meßwerte dar, wobei vor allem die lingualen (im UK bukkalen) Auslenkungen eher eine Folge der Schienendynamik als einer tatsächlichen Bewegung der Zähne darstellen.

4.7.1. OK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Sagittal wird bei 37 Zähnen eine Bewegung sowohl nach bukkal als auch nach lingual gemessen. 24 Zähne bewegen sich nur nach bukkal, 15 Zähne nur nach lingual. Bei der überwiegenden Anzahl der Lingualausschläge dürfte es sich um Bukkalbewegungen der Schienen handeln.

In der Transversalebene zeigen 49 Zähne mesiale und distale Bewegungen, 20 Zähne nur mesiale und 7 Zähne nur distale.

(Abb. 60, 61).

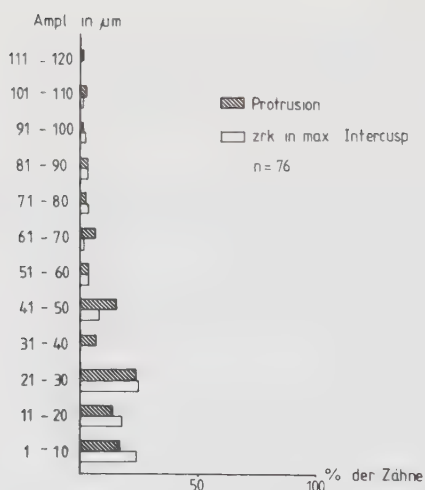


Abb 62: sag Amplituden der OK-Frontzähne bei der Protrusion und Rückführung in max Intercuspidation

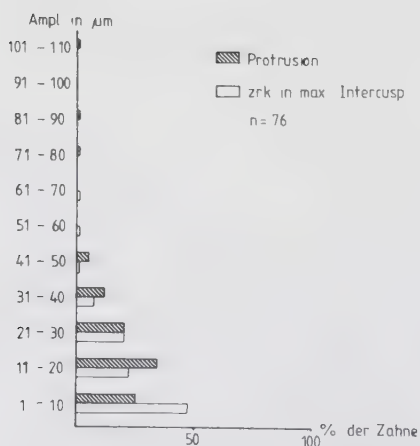


Abb 63: trans Amplituden der OK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max Intercuspidation

SAGITTALE AMPLITUDEN

Bei 18 Zähnen betragen die sagittalen Amplituden 21-30 μm . 13 Zähne bewegen sich 1-10 μm , 12 weitere 41-50 μm . 11 Zähne bewegen sich 11-20 μm , je 5 Zähne 31-40 μm und 61-70 μm und je 3 Zähne 51-60 μm bzw. 81-90 μm . Amplituden von 71-80 μm bzw. 101-110 μm erreichen je 2 Zähne, von 91-100 μm bzw. 111-120 μm je 1 Zahn. (Abb. 62).

Auch bei den sagittalen Amplituden, welche von den unechten Lingualauslenkungen mitbestimmt werden, kann davon ausgegangen werden, daß sie in Wirklichkeit etwas kleiner sind als oben beschrieben.

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Erwartungsgemäß fallen die transversalen Amplituden etwas kleiner aus. Es bewegen sich 26 Zähne 11-20 μm , 19 Zähne 1-10 μm . Amplituden von 21-30 μm erreichen 15 Zähne, von 31-40 μm 9 Zähne und von 41-50 μm 4 Zähne. Je 1 Zahn bewegt sich 71-80 μm , 81-90 μm bzw. 101-110 μm . (Abb. 63).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung bewegen sich 14 Zähne um 1-10 μm , 11 Zähne um 21-30 μm , 8 Zähne um 41-50 μm und 7 Zähne um 11-20 μm . An je 4 Zähnen werden bukkale Maximalauslenkungen von 51-60 μm , 61-70 μm und 91-100 μm gemessen. Bei je 3 Zähnen betragen sie 31-40 μm und 71-80 μm . 2 Zähne bewegen sich um 81-90 μm nach bukkal, 1 Zahn um 101-110 μm .

Die lingualen Maximalauslenkungen sind naturgemäß kleiner. So bewegen sich ganze 30 Zähne (größte Gruppe) nur um 1-10 μm nach lingual, 14 weitere um 11-20 μm und 7 Zähne um 21-30 μm . Nur 1 Zahn besitzt eine linguale Maximalauslenkung von 31-40 μm . (Abb. 64).

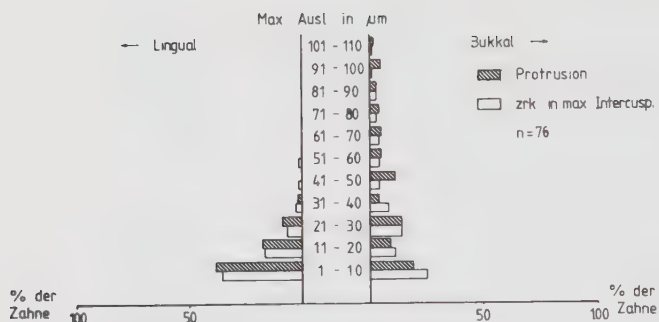


Abb 64 sag Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max Intercuspitation

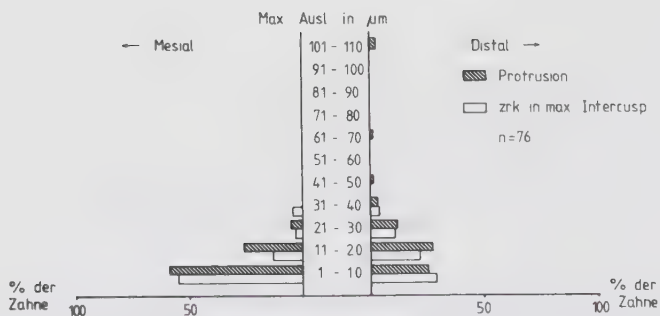


Abb 65 trans Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max Intercuspitation

Geht man davon aus, daß die Mehrzahl der Lingualauslenkungen durch eine Bukkalbewegung der Schienen vorgetäuscht werden, lassen sich die kleineren Werte leicht erklären; es liegt nahe, daß das verblockte Restgebiß eine geringere Mobilität besitzt als ein einzelner Zahn.

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung bewegen sich 21 Zähne um 11-20 μm , 20 Zähne um 1-10 μm und 9 Zähne um 21-30 μm . Bei je 2 Zähnen betragen die distalen Maximalauslenkungen 31-40 μm sowie 101-110 μm , bei je 1 Zahn 41-50 μm bzw. 61-70 μm . Nach mesial bewegen sich 45 Zähne um 1-10 μm , 20 weitere um 11-20 μm und nur 4 Zähne um 21-30 μm . (Abb. 65).

4.7.2. UK-Frontzähne

Für den UK gelten die gleichen Überlegungen zur Schienendynamik, wie für den OK. Hier sind es allerdings die Bukkalbewegungen, welche durch die nicht erfaßbare Eigenbeweglichkeit der Schienen vorgetäuscht werden.

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Ebenso wie im OK bewegen sich sagittal auch die meisten Frontzähne des UK von bukkal nach lingual (62 Zähne). In ausschließlich bukkaler Richtung bewegen sich nur 3 Zähne, in ausschließlich lingualer Richtung 11 Zähne.

Transversal überqueren 52 Zähne ihre Null-Lage während der Protrusionsbewegung, während 18 Zähne nur nach mesial und 3 Zähne nur nach distal ausgelenkt werden. (Abb. 67, 68).

An den Meßschrieben von insgesamt 56 UK-Frontzähnen steht am Ende der Protrusion eine Bukkalauslenkung. Dies ist die theoretisch größtmögliche Zahl tatsächlich nach bukkal ausgelenkter Frontzähne, wobei eine derart große Zahl tatsächlicher Bukkalauslenkungen äußerst unwahrscheinlich scheint.

SAGITTALE AMPLITUDEN

Im UK zeigt die größte Gruppe, 24 Zähne, eine sagittale Amplitude von 21-30 μm . Es folgen je 9 Zähne mit Amplituden von 11-20 μm bzw. 31-40 μm und je 8 Zähne, die sich 1-10 μm bzw. 41-50 μm bewegen. 6 Zähne zeigen eine Amplitude von 61-70 μm , 5 weitere 51-60 μm . Bei 3 Zähnen werden Amplituden von 71-80 μm gemessen, 1 Zahn bewegt sich 91-100 μm . (Abb. 68).

Auch die im UK gemessenen sagittalen Amplituden dürften in Wirklichkeit kleiner sein, als oben beschrieben, da auch sie zum Teil von der Dynamik der Schienen mitbeeinflusst werden.

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

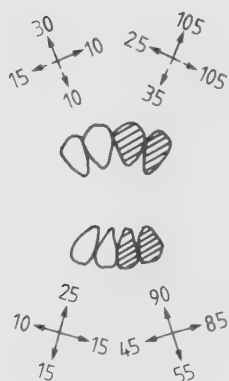
Auch im UK sind die transversalen Amplituden durchschnittlich kleiner als die sagittalen. So bewegen sich 28 Zähne 11-20 μm , 20 Zähne 21-30 μm . 12 Zähne erreichen eine Amplitude von 31-40 μm , 10 Zähne bewegen sich 1-10 μm . An 3 Zähnen wird eine Amplitude von 41-50 μm gemessen, Amplituden von 71-80 μm erreichen 2 Zähne und 1 Zahn bewegt sich 51-60 μm . (Abb. 69).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung bewegt sich die größte Gruppe, 26 Zähne, um 1-10 μm , gefolgt von 22 Zähnen mit bukkalen Maximalauslenkungen von 11-20 μm . 11 Zähne bewegen sich um 21-30 μm nach bukkal, 3 weitere um 31-40 μm und 2 Zähne um 41-50 μm . Um 51-60 μm nach bukkal bewegt sich nur 1 Zahn.

Nach lingual bewegen sich die meisten Zähne (29) um 11-20 μm , 15 weitere um 1-10 μm und 9 Zähne um 21-30 μm . Auch höhere Werte sind relativ häufig. So bewegen sich 7 Zähne um 31-40 μm , 5 Zähne um 51-60 μm und 4 Zähne um 41-50 μm nach lingual. Je 2 Zähne erreichen linguale Maximalauslenkungen von 61-70 μm bzw. 81-90 μm . (Abb. 70).

Ebenso wie im OK sind auch im UK die durch die Schienenbeweglichkeit gemessenen Maximalauslenkungen (= Bukkauslenkungen) deutlich kleiner als die tatsächlichen Maximalauslenkungen einzelner Zähne (= Lingualauslenkungen).



Auslenkungen bei der Protrusionsbewegung

- ← Richtung
- ← seltene Richtung
- durchschnittl. Werte
- ◐ Höchstwerte
- Zahl= Wert in μm

Abb. 66: Zusammenfassende Darstellung der
Zahnauslenkungen bei der Protrusionsbewegung

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Die distale Maximalauslenkung beträgt bei 33 Zähnen 1-10 μm , bei weiteren 20 Zähnen 11-20 μm und bei 4 Zähnen 21-30 μm . 1 Zahn bewegt sich um 71-80 μm nach distal.

Nach mesial bewegen sich 26 Zähne um 1-10 μm , 24 Zähne um 11-20 μm und 12 Zähne um 21-30 μm . 6 Zähne zeigen mesiale Maximalauslenkungen von 31-40 μm , bei 2 Zähnen betragen sie 41-50 μm . (Abb. 71).

4.7.3. Zusammenfassung: (Abb. 66)

Die Zusammenfassung der Protrusionsmessung ergibt für den OK:

- Sagittal sind sowohl nach bukkal wie auch nach lingual gerichtete Meßschriebe am häufigsten. Reine Bukkalauslenkungen kommen ebenfalls häufig vor, während nur etwa jeder fünfte Zahn einen ausschließlich nach lingual verlaufenden Meßschrieb zeigt.

Die Ausführungen zu Beginn dieses Kapitels zeigen, daß die Mehrzahl der aufgezeichneten Lingualauslenkungen in der Realität nicht stattfinden, sondern vielmehr, daß sie durch Bukkalbewegungen der Schienen vorgetäuscht werden.

Transversal sind mesio-distale Bewegungen am häufigsten, ebenso rein mesiale Bewegungen kommen häufig vor. Demgegenüber sind Bewegungen ausschließlich distal der Null-Lage selten.

Die durchschnittlichen sagittalen Auslenkungen betragen etwa 30 μm nach bukkal bis etwa 10 μm nach lingual. Dennoch bewegt sich etwa jeder vierte Zahn um mehr als 50 μm , gelegentlich kommen sogar Auslenkungen um bis zu 100 μm in bukkaler Richtung vor.

Auch bei den Auslenkungsbeträgen muß das Problem der Schienendynamik berücksichtigt werden. So stellen die Lingualauslenkungen eher ein Maß für die Beweglichkeit der Schienen dar, wobei der zu messende Zahn den relativen Fixpunkt der Messung darstellt.

Transversal beträgt die durchschnittliche Auslenkung mesial etwa 10 μm bis distal etwa 15 μm . Dabei betragen die mesialen Extremwerte etwa 25 μm , die distalen etwa 40 μm (an 2 Zähnen bis zu 100 μm).

Die Zusammenfassung der im UK erhaltenen Meßwerte ergibt:

- Nahezu alle Zähne zeigen sagittale Bewegungen in beiden Richtungen der Null-Lage, nur wenige bewegen sich ausschließlich nach lingual.

Bezüglich der Schienendynamik gelten für den UK die gleichen Überlegungen wie für den OK. Daher können im UK nur die nach lingual gerichteten Meßschriebe als zwingend stattgefundene Zahnbewegungen betrachtet werden.

Auch in der Transversalebene findet bei den meisten Zähnen eine Überquerung der Null-Lage statt. Daneben bewegt sich etwa jeder vierte Zahn ausschließlich nach mesial.

Die durchschnittlichen sagittalen Auslenkungen betragen etwa 25 μm lingual bis etwa 15 μm bukkal, die Höchstwerte reichen bis zwischen 60 μm und 90 μm nach lingual. Im UK sind die Bukkalauslenkungen eher ein Maß für die Beweglichkeit der Schienen, welche somit in etwa auch der Schienenbeweglichkeit des OK entspricht.

Die transversalen Bewegungen betragen durchschnittlich etwa 15 μm mesial bis etwa 10 μm distal. Auch hier liegen die höchstgemessenen Werte um das zwei- bis dreifache höher.

4.8. AUS PROTRUSION ZURÜCK IN MAXIMALE INTERKUSPIDATION

Da es sich bei der Rückführung des UK aus der protrudierten Stellung in die maximale Interkuspitation um die reine Umkehrung der Protrusionsbewegung handelt, lassen die beiden Bewegungen auch die gleichen Meßschriebe, jedoch in umgekehrter Reihenfolge erwarten.

In der Tendenz bestätigen sich diese Erwartungen (siehe Beispiel in Abb. 56), obgleich es gelegentlich zu geringfügigen Abweichungen kommt, insbesondere bezüglich der Auslenkungsgrößen.

Diese Differenzen dürften vorwiegend dadurch begründet sein, daß bei der Vor- und Rückbewegung unterschiedliche Kaukräfte aufgewandt werden. Einerseits ermüden die Kaumuskeln und die Kaukraft läßt nach, andererseits wird die zunächst aufgewandte Kaukraft bewußt durch Schmerzempfindungen in den Parodontien verringert.

Zur Dynamik der Schienen sei auf die Ausführungen des Kapitels 4.7. PROTRUSION, verwiesen. Die Überlegungen haben uneingeschränkte Gültigkeit auch für die Rückführungsbewegung in die maximale Interkuspitation. Aus diesem Grund werden die durch die Schiendynamik zustande gekommenen Meßergebnisse nicht gesondert besprochen; grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, daß im OK die lingualen und im UK die bukkalen Meßschriebe in der Mehrzahl Resultate der Bewegung der paraokklusalen Schienen sind.

4.8.1. OK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Sagittal bewegen sich 32 Zähne über ihre Null-Linie hinweg, also nach bukkal und nach lingual. 27 Zähne bewegen sich nur nach bukkal, 16 Zähne nur nach lingual. Transversal zeigen 31 Zähne Bewegungen in mesialer und distaler Richtung, 26 bewegen sich nur nach mesial und 19 nur nach distal. (Abb. 60, 61).

SACITTALE AMPLITUDEN

19 Zähne (größte Gruppe) bewegen sich in der Sagittalebene 21-30 μm . 1-10 μm bewegen sich 28 Zähne, 14 weitere 11-20 μm . An 6 Zähnen betragen die Amplituden 41-50 μm , an je 3 Zähnen 51-60 μm und 71-80 μm und an je 2 Zähnen 81-90 μm bzw. 91-100 μm . An je einem Zahn werden Amplituden von 61-70 μm und von 101-110 μm gemessen. (Abb. 62).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

In der Transversalebene fallen die Amplituden wesentlich kleiner aus als in der Sagittalebene. So betragen sie bei 36 Zähnen 1-10 μm , bei 17 Zähnen 11-20 μm und bei 15 Zähnen 21-30 μm . Nur wenige Zähne besitzen eine größere transversale Amplitude: 5 Zähne 31-40 μm , je 1 Zahn 41-50 μm , 51-60 μm sowie 61-70 μm . (Abb. 63).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung beträgt die Maximalauslenkung bei 19 Zähnen 1-10 μm (größte Gruppe), bei 11 Zähnen 21-30 μm und bei 9 Zähnen 11-20 μm . 6 Zähne werden um 31-40 μm nach bukkal bewegt, bei je 3 Zähnen beträgt die Bukkalauslenkung 41-50 μm , 51-60 μm sowie 61-70 μm . Bukkale Maximalauslenkungen von 71-80 μm und von 81-90 μm zeigen je 2 Zähne, von 91-100 μm bzw. von 101-110 μm je 1 Zahn.

Nach lingual beträgt die Maximalauslenkung für 27 Zähne 1-10 μm , für 13 Zähne 11-20 μm und für 5 Zähne 21-30 μm . Nur 2 Zähne bewegen sich um 31-40 μm nach lingual, nur je 1 Zahn um 41-50 μm bzw. um 51-60 μm . (Abb. 64).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Ebenso wie die Amplituden sind auch die transversalen Maximalauslenkungen kleiner als die sagittalen. So betragen sie in mesialer Richtung bei 42 Zähnen 1-10 μm , bei 10 Zähnen 11-20 μm und bei 3 Zähnen 31-40 μm . 2 Zähne bewegen sich um 21-30 μm nach mesial. In distaler Richtung bewegen sich 22 Zähne um 1-10 μm , 17 Zähne um 11-20 μm und 8 Zähne um 21-30 μm . Bei 3 Zähnen wird eine distale Maximalauslenkung von 31-40 μm gemessen. (Abb. 65).

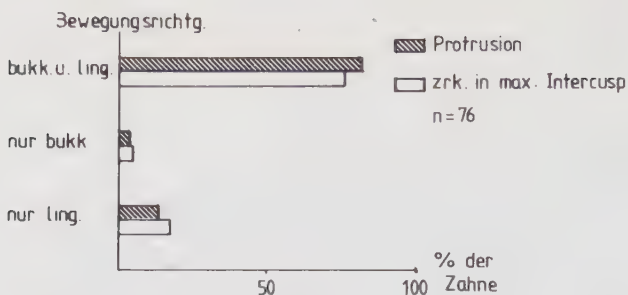


Abb. 67 : sag. Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max. Intercuspitation

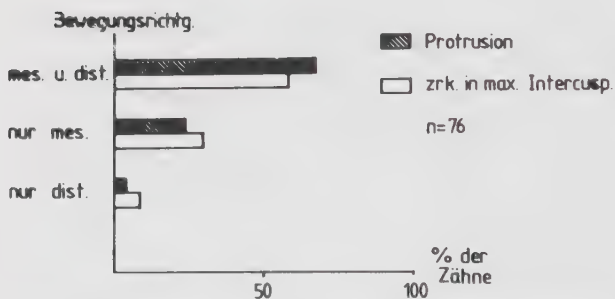


Abb. 68 : trans. Auslenkungsrichtungen der UK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max. Intercuspitation

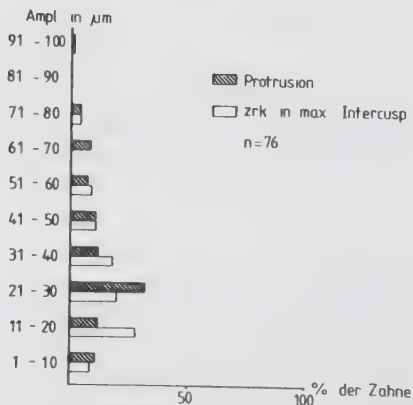


Abb 69 sag Amplituden der UK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max Inter-cuspitation

4.8.2. UK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Sagittal wird an 58 Zähnen dieser Kategorie eine Bewegung bukkal und lingual der Null-Lage gemessen, während 14 Zähne sich ausschließlich nach bukkal bewegen. Transversal sind es 45 Zähne, die sich sowohl mesial als auch distal ihrer Null-Lage bewegen, während 23 Zähne nur nach mesial, 7 Zähne nur nach distal und 1 Zahn überhaupt nicht ausgelenkt werden. (Abb. 67, 68).

SAGITTALE AMPLITUDEN

Die größte Gruppe (21 Zähne) zeigt eine sagittale Amplitude von 11-20 μm . 15 Zähne bewegen sich 21-30 μm , 14 Zähne 31-40 μm und 8 Zähne 41-50 μm . Je 7 Zähne bewegen sich 1-10 μm und 51-60 μm , 3 Zähne 71-80 μm und 1 Zahn 91-100 μm . (Abb. 69).

TRANSVERSALE AMPLITUDEN

Die größte Gruppe dieser Kategorie, 32 Zähne, zeigt eine transversale Amplitude von 11-20 μm , 21 weitere Zähne werden 1-10 μm bewegt. Bei 16 Zähnen beträgt die transversale Amplitude 21-30 μm , bei 4 weiteren 31-40 μm und bei 2 Zähnen 41-50 μm . (Abb. 70).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung beträgt die Maximalauslenkung bei 30 Zähnen 1-10 μm , bei 18 Zähnen 11-20 μm und bei 7 Zähnen 21-30 μm . Um 31-40 μm nach bukkal bewegen sich 4 Zähne, während je 1 Zahn eine bukkale Maximalauslenkung von 41-50 μm , 51-60 μm sowie 61-70 μm zeigt.

Nach lingual bewegen sich 24 Zähne um 11-20 μm , 20 Zähne um 1-10 μm und 15 Zähne um 21-30 μm . Bei 8 Zähnen beträgt die linguale Maximalauslenkung 31-40 μm und bei 2 Zähnen 41-50 μm . Je 1 Zahn zeigt eine maximale Auslenkung von 51-60 μm , 71-80 μm und von 81-90 μm in lingualer Richtung. (Abb. 71).

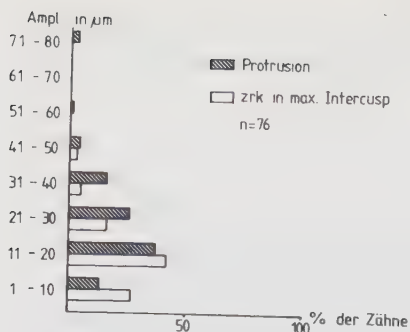


Abb 70 :trans. Amplituden der UK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max. Intercuspation

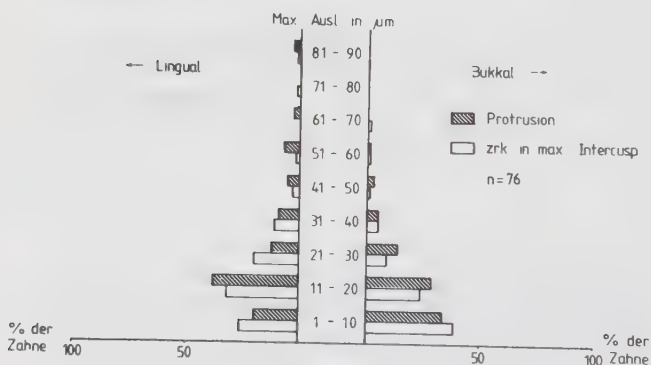


Abb 71 sag. Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max. Intercuspation

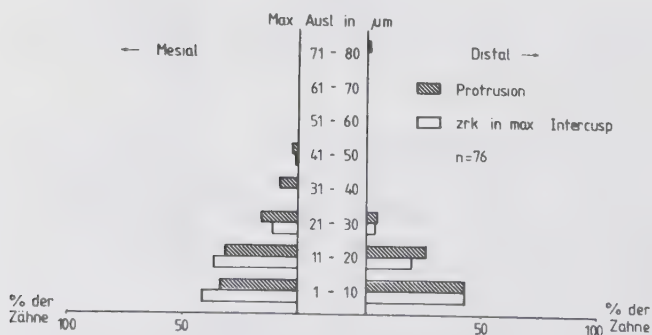


Abb 72 trans. Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne bei der Protrusion und der Rückführung in max. Intercuspation

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Nach mesial bewegen sich 32 Zähne um 1-10 μm , 28 weitere um 11-20 μm und 8 Zähne um 21-30 μm .

In distaler Richtung ergibt sich eine ähnliche Verteilung: 33 Zähne bewegen sich um 1-10 μm , 15 Zähne um 11-20 μm und um 21-30 μm 3 Zähne. An 1 Zahn beträgt die distale Maximalauslenkung 41-50 μm . (Abb. 72).

4.8.3. Zusammenfassung: (Abb. 73)

Für die Messung der OK-Frontzähne ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- Sagittal ist das Ergebnis praktisch das gleiche wie bei der Protrusionsbewegung, bukkal-linguale sowie rein bukkale Bewegungen sind am häufigsten, ausschließlich nach lingual gerichtete Meßschriebe sind relativ selten. Auch transversal sind - ebenfalls wie bei der Protrusionsbewegung - die mesio-distalen Bewegungen am häufigsten. Allerdings sind rein mesiale und rein distale Bewegungen häufiger als bei der Protrusion.

Wird die Protrusionsbewegung gedanklich in eine Aufeinanderfolge einzelner UK-Positionen gegliedert, finden sich dieselben UK-Positionen auch bei der Rückführung des UK wieder. Im Idealfall (= gleiche Kaukraft wird bei der Vor- und Rückbewegung aufgewandt) herrschen bei gleicher UK-Position auch identische okklusale Kontaktverhältnisse. Da es die okklusalen Kontakte sind, welche die Auslenkungen der Zähne (und auch der Schienen) bedingen, läßt sich das hohe Maß an Übereinstimmung bei der Vor- und Rückbewegung leicht verstehen.

Auch die Auslenkungsbeträge gleichen denen der Protrusion. So betragen die Sagittalauslenkungen durchschnittlich ca. 30 μm bukkal bis ca. 10 μm lingual und transversal ca. 10 μm mesial bis etwa 10 μm distal. Die Extremwerte reichen von etwa 100 μm bukkal bis etwa 50 μm lingual und von etwa 35 μm mesial bis etwa 35 μm distal.



Auslenkungen bei der
Rückführung aus Pro-
trusion in max. Inter-
cuspidation

- ← Richtung
←- seltene Richtung
Zahl = Wert in μm
○ durchschnittl. Werte
▨ Höchstwerte

Abb. 73: Zusammenfassende Darstellung der Zahnauslenkungen bei der Rückführung aus Protrusion in maximale Intercuspidation

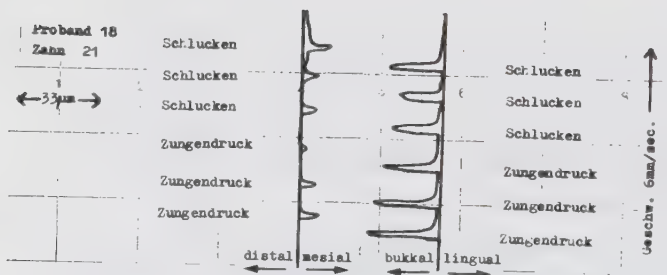


Abb. 74: Meßschrieb eines OK-Frontzahnes beim Schlucken und beim Zungendruck

Im UK ergibt die Zusammenfassung der Messergebnisse:

- Die Auslenkungsrichtungen betreffend sind die Ergebnisse mit denen der Protrusionsbewegung nahezu identisch. Beinahe alle Zähne bewegen sich sagittal von bukkal nach lingual, einige ausschließlich nach lingual. Transversal sind mesio-distale Bewegungen am häufigsten, rein mesiale Bewegungen sind etwas häufiger als bei der Protrusion.

Auch die Auslenkungsbeträge ähneln sagittal wie transversal denen der Protrusion sehr, im Durchschnitt sind sie nur geringfügig niedriger. Auch die Extremwerte sind etwa die gleichen wie die bei der Protrusion gemessenen.

4.9. SCHLUCKEN

Abbildung 74 zeigt die beim Zungendruck und beim Schlucken aufgezeichneten Bewegungen eines oberen mittleren Schneidezahnes. Beim Schlucken bewegt sich der Zahn etwa 20 μm nach bukkal und gleichzeitig etwa 10 μm in mesialer Richtung.

Beim Schlucken können unterschiedliche Kräfte auf die Frontzähne einwirken. Es ist dabei von Bedeutung, ob ein okklusaler Frontzahnkontakt zustande kommt oder nicht. Erfolgt die beim Leerschlucken erforderliche Abstützung des UK gegen den OK durch ein Anpressen der Zunge an den Caumen, kann diese auch einen Druck auf die Frontzähne ausüben. Ein eventueller Druck der Lippen auf die Frontzähne bleibt bei der Versuchsanordnung wie sie in diesem Fall verwendet wird ohne Bedeutung, da die paraokklusale Schienen die vestibulären Weichteile von den zu messenden Zähnen abhalten.

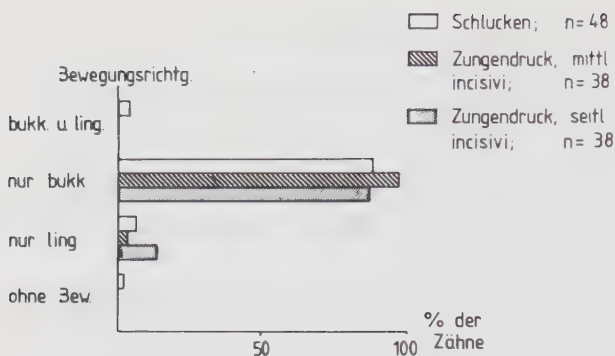


Abb. 75 : sag. Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

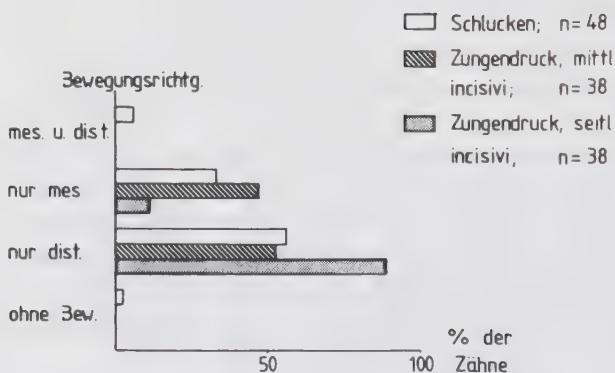


Abb. 76 : trans. Auslenkungsrichtungen der OK-Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

4.9.1. OK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Sagittal bewegen sich 42 Zähne ausschließlich nach bukkal, nur 3 Zähne ausschließlich nach lingual. An 2 Zähnen wird eine Auslenkung sowohl nach bukkal als auch nach lingual gemessen.

In der Transversalebene werden 27 Zähne ausschließlich nach distal bewegt, 16 Zähne ausschließlich nach mesial. Eine Auslenkung nach mesial und nach distal zeigen 3 Zähne. 1 Zahn der OK-Front bewegt sich beim Schlucken überhaupt nicht. (Abb. 75, 76).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung bewegt sich die größte Gruppe (21 Zähne), um 1-10 μm . 11 Zähne bewegen sich um 11-20 μm , 5 Zähne um 21-30 μm und 4 Zähne um 31-40 μm nach bukkal. Um 41-50 μm nach bukkal bewegt sich 1 Zahn.

Um 1-10 μm nach lingual werden 2 Zähne bewegt, um 11-20 μm 1 Zahn. 1 Zahn bewegt sich von 40 μm nach lingual bis 8 μm nach bukkal, 1 weiterer von 10 μm nach lingual bis 10 μm nach bukkal. (Abb. 80).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

14 Zähne bewegen sich um 1-10 μm in distaler Richtung, 10 Zähne um 11-20 μm und 2 Zähne um 21-30 μm . An einem Zahn wird eine distale Maximalauslenkung von 31-40 μm gemessen. Nach mesial bewegen sich 10 Zähne um 1-10 μm , 5 Zähne um 11-20 μm und 1 Zahn um 21-30 μm .

An 1 Zahn betragen die transversalen Maximalauslenkungen 5 μm nach mesial bis 5 μm nach distal, an einem weiteren 6 μm nach mesial bis 36 μm nach distal und an einem dritten 10 μm nach mesial bis 36 μm nach distal. (Abb. 81).

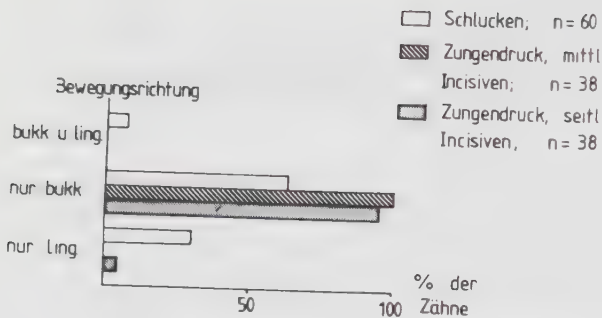


Abb 77 : sag. Auslenkungsrichtungen der UK- Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

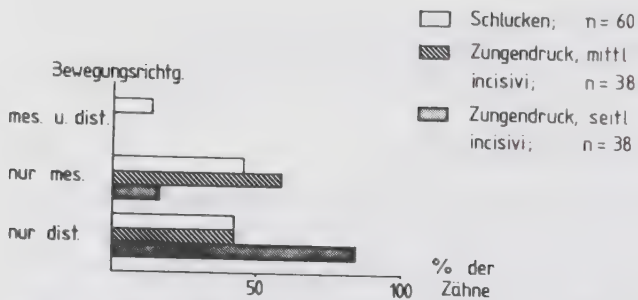


Abb 78 : trans. Auslenkungsrichtungen der UK- Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

4.9.2. UK-Frontzähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Sagittal bilden auch im UK die ausschließlich nach bukkal ausgelenkten Zähne die größte Gruppe (38 Zähne). Ausschließlich nach lingual bewegen sich 18 Zähne, 4 Zähne bewegen sich nach bukkal und nach lingual.

Transversal sind ausschließlich distale Auslenkungen (25 Zähne) beinahe ebenso häufig wie ausschließlich mesiale (27 Zähne). Eine transversale Bewegung nach mesial und nach distal wird an 8 Zähnen gemessen. (Abb. 77, 78).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

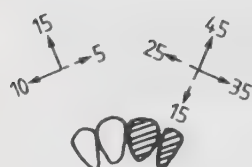
Insgesamt 21 Zähne bewegen sich um 1-10 μm in bukkaler Richtung, 10 weitere um 11-20 μm und je 3 Zähne um 21-30 μm bzw. um 31-40 μm . Bei einem Zahn beträgt die bukkale Maximalauslenkung 41-50 μm .

Nach lingual bewegen sich 10 Zähne um 1-10 μm , 4 weitere um 11-20 μm und 3 Zähne um 21-30 μm . 1 Zahn zeigt eine linguale Maximalauslenkung von 31-40 μm . An 2 Zähnen betragen die sagittalen Maximalauslenkungen 1-10 μm nach bukkal bis 11-20 μm nach lingual, an je 1 Zahn 10 μm nach bukkal bis 10 μm nach lingual bzw. 15 μm nach bukkal bis 5 μm nach lingual. (Abb. 82).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung werden 16 Zähne um 1-10 μm bewegt, 6 weitere um 11-20 μm . An je 1 Zahn beträgt die distale Maximalauslenkung 21-30 μm bzw. 41-50 μm .

Nach mesial werden 22 Zähne um 1-10 μm bewegt, 4 weitere um 11-20 μm und 1 Zahn um 21-30 μm . 6 Zähne werden von 1-10 μm nach mesial bis 1-10 μm nach distal bewegt, 2 weitere von 1-10 μm nach mesial bis 11-20 μm nach distal. (Abb. 83).



Auslenkungen beim

Schlucken

← Richtung

← - seltene Richtung

Zahl = Wert in μm

○ durchschnittl. Werte

▨ Höchstwerte

Abb. 79: Zusammenfassende Darstellung der Zahnauslenkungen beim Schlucken

4.9.3. Zusammenfassung: (Abb. 79)

Die Frontzähne des OK verhalten sich beim Schlucken wie folgt:

- Sagittal bewegen sich praktisch sämtliche Zähne nach bukkal. Transversal ist eine distale Bewegung etwa doppelt so häufig wie eine mesiale.

Die Bukkalauslenkungen betragen durchschnittlich etwa 15 μm . Gelegentlich wird dieser Wert allerdings um etwa das Doppelte überschritten. Die Mesialauslenkungen betragen i.D. etwa 5 μm , die Distalauslenkungen etwa 10 μm .

Für die Frontzähne des UK ergibt sich die folgende Zusammenfassung:

- In der Sagittalebene kommen bukkale Auslenkungen etwa doppelt so häufig vor wie linguale. In der Transversalebene sind mesiale und distale Auslenkungen etwa gleich häufig.

Bei lingualer Auslenkung werden durchschnittliche Beträge von etwa 5 μm , bei bukkaler Auslenkung von etwa 10 μm gemessen. Einzelne Zähne erreichen jedoch auch die vierfachen Werte.

In mesialer Richtung werden Auslenkungen oberhalb 10 μm nur ausnahmsweise gemessen, bei distaler Auslenkung kommt es ebenfalls nur gelegentlich zu Beträgen oberhalb 10 μm .

4.10. ZUGENDRUCK

Beim „Zugendruck“ werden die Probanden aufgefordert, mit größtmöglichem Druck die Zunge gegen die jeweils zu messende Frontzahnreihe zu pressen. Abbildung 74 zeigt den Meßschrieb eines beim Zugendruck registrierten oberen Frontzahnes. Der Zahn bewegt sich erwartungsgemäß nach bukkal; schwerer hingegen ist die Mesialauslenkung zu verstehen. Möglicherweise handelt es sich um eine Rotationsbewegung um die Längsachse des Zahnes, welche durch die Art der Versuchsanordnung als Mesialbewegung aufgezeichnet wird.

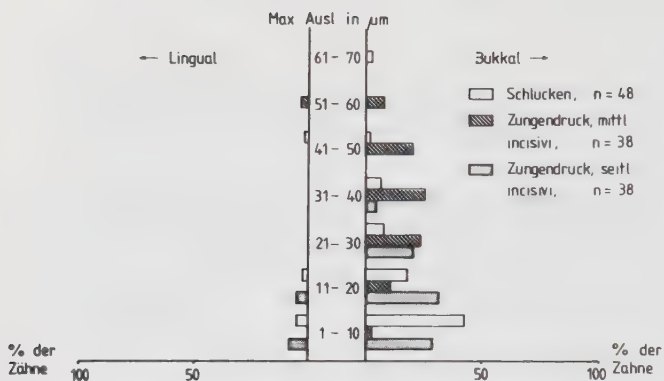


Abb. 80 sag. Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

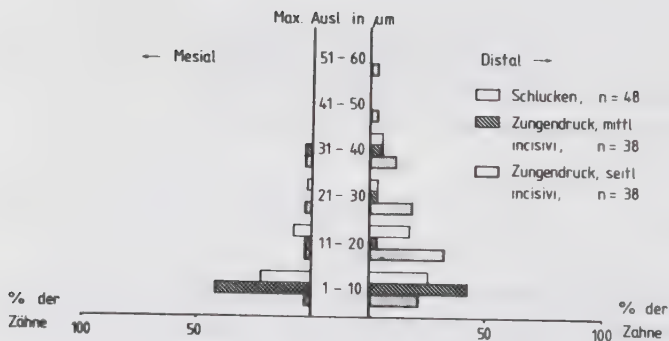


Abb. 81 trans. Maximalauslenkungen der OK-Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

Auffällig ist ferner die Ähnlichkeit mit den beim Schlucken gemessenen Zahnauslenkungen. Das Kurvenbild läßt vermuten, daß beim Schlucken ebenfalls ein Druck mit der Zunge auf die OK-Front ausgeübt wird.

Wegen der auffälligen Unterschiede in den Transversalauslenkungen scheint es gerechtfertigt, im vorliegenden Kapitel mittlere und seitliche Schneidezähne getrennt zu besprechen.

4.10.1. Mittlere obere Schneidezähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Es werden insgesamt 38 mittlere obere Schneidezähne gemessen. Davon bewegen sich sagittal 37 Zähne nach bukkal, nur einer nach lingual. In der Transversalebene sind mesiale Auslenkungen (18 Zähne) beinahe ebenso häufig wie distale (20 Zähne). (Abb. 75, 76).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

10 der gemessenen 38 Zähne bewegen sich um 31-40 μm in bukkaler Richtung, 9 weitere um 21-30 μm . Um 41-50 μm nach bukkal bewegen sich 8 Zähne, um 11-20 μm 4 Zähne und um 51-60 μm 3 Zähne. Um 61-70 μm nach bukkal bewegen sich 2 Zähne, 1 Zahn wird um 1-10 μm in dieser Richtung bewegt.

Der einzige nach lingual ausgelenkte Zahn bewegt sich um 51-60 μm . Die Ausnahmestellung dieses Zahnes läßt einen Meßfehler vermuten. (Abb. 80).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In mesialer Richtung bewegen sich 16 Zähne um 1-10 μm . Dieser Wert wird nur von 2 Zähnen übertroffen; sie bewegen sich um 11-20 μm bzw. um 31-40 μm nach mesial.

Die nach distal ausgelenkten Zähne zeigen eine sehr ähnliche Verteilung: Um 1-10 μm bewegen sich ebenfalls 16 Zähne, 2 Zähne zeigen Distalauslenkungen von 31-40 μm und je 1 Zahn von 11-20 μm und 21-30 μm . (Abb. 81).

4.10.2. Seitliche obere Schneidezähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

In der Sagittalebene zeigen 33 der 38 Zähne dieser Kategorie eine Bukkalauslenkung, die restlichen 5 Zähne bewegen sich nach lingual.

Transversal werden 34 Zähne nach distal bewegt, nur 4 Zähne nach mesial. (Abb. 75, 76).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Die größte Gruppe (12 Zähne) bewegt sich um 11-20 μm nach bukkal, 11 weitere Zähne um 1-10 μm und 8 Zähne um 21-30 μm . Bukkalauslenkungen von 31-40 μm erreichen nur 2 Zähne.

Von den 5 nach lingual bewegten Zähnen erreichen 3 Maximalauslenkungen von 1-10 μm , 2 Zähne von 11-20 μm . (Abb. 80).

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung bewegen sich die meisten Zähne (12) um 11-20 μm . Um 1-10 μm bewegen sich 8 Zähne, um 21-30 μm 7 Zähne und um 31-40 μm 4 Zähne. Je 1 Zahn erreicht eine distale Maximalauslenkung von 41-50 μm und 51-60 μm . Nach mesial bewegt sich je 1 Zahn um 1-10 μm , um 11-20 μm , um 21-30 μm und um 31-40 μm . (Abb. 81).

4.10.3. Mittlere untere Schneidezähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Die Auslenkungen der mittleren unteren Schneidezähne ähneln sehr denen des OK. Sagittal werden sämtliche 38 Zähne dieser Kategorie nach bukkal ausgelenkt; in der transversalen bewegen sich 22 Zähne nach mesial, 16 nach distal. (Abb. 77, 78).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In bukkaler Richtung bewegen sich je 11 Zähne um 11-20 μm und um 21-30 μm . 7 Zähne erreichen bukkale Maximalauslenkungen der Größenordnung 41-50 μm , je 3 Zähne 1-10 μm und 31-40 μm . Bukkalauslenkungen von 51-60 μm erreichen 2 Zähne, von 61-70 μm 1 Zahn. (Abb. 82).

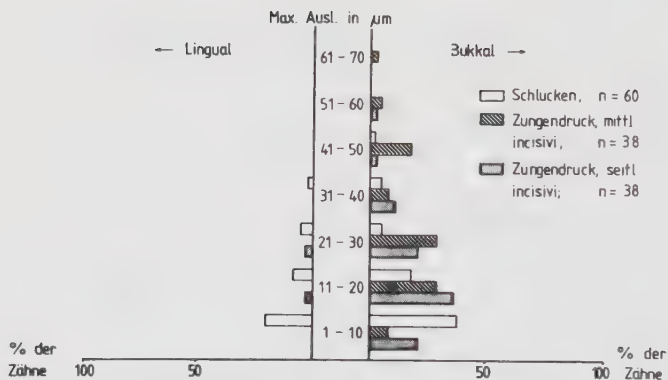


Abb. 82 : sag. Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

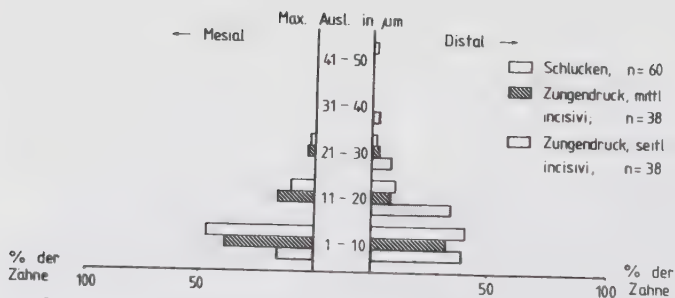


Abb. 83 : trans. Maximalauslenkungen der UK-Frontzähne beim Schlucken und beim Zungendruck

TRANSVERSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In mesialer Richtung werden 15 Zähne (größte Gruppe) um 1-10 μm ausgelenkt, 6 weitere um 11-20 μm und 1 Zahn um 21-30 μm . Nach distal betragen die Auslenkungen von 12 Zähnen 1-10 μm . 3 Zähne erreichen Distalauslenkungen von 11-20 μm , 1 Zahn wird um 21-30 μm in dieser Richtung bewegt. (Abb. 83).

4.10.4. Seitliche untere Schneidezähne

AUSLENKUNGSRICHTUNGEN

Auch die seitlichen Schneidezähne des UK zeigen ein ähnliches Verhalten wie die seitlichen OK-Schneidezähne. 36 der 38 gemessenen Zähne bewegen sich sagittal in bukkaler Richtung, nur 2 Zähne nach lingual.

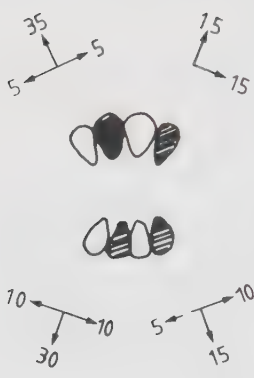
Transversal zeigen 32 Zähne Distalauslenkungen, die restlichen 6 Zähne bewegen sich nach mesial. (Abb. 77, 78).

SAGITTALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

Bei 14 Zähnen beträgt die bukkale Maximalauslenkung 11-20 μm , bei je 8 weiteren Zähnen 1-10 μm und 21-30 μm . Um 31-40 μm nach bukkal bewegen sich 4 Zähne, während je 1 Zahn bukkale Maximalauslenkungen von 41-50 μm und von 51-60 μm erreicht. Die beiden nach lingual bewegten Zähne werden um 11-20 μm bzw. um 21-30 μm ausgelenkt. (Abb. 82).

TRANSVEPSALE MAXIMALAUSLENKUNGEN

In distaler Richtung werden 15 Zähne (größte Gruppe) um 1-10 μm , 13 weitere um 11-20 μm bewegt. Nur 4 Zähne erreichen höhere Distalauslenkungen: 21-30 μm 3 Zähne und 31-40 μm 1 Zahn. Alle 6 nach mesial bewegten Zähne liegen in der Größenordnung von 1-10 μm . (Abb. 83).



Auslenkungen beim Zungendruck

← Richtung

← - seltene Richtung

Zahl = Wert in µm

Abb. 84: Zusammenfassende Darstellung der Zahnauslenkungen beim Zungendruck

4.10.5. Zusammenfassung: (Abb. 84)

Für den OK läßt sich zusammenfassend sagen:

- Mittlere Schneidezähne werden sagittal ausnahmslos nach bukkal, transversal etwa gleich häufig nach mesial und nach distal ausgelenkt.
- Seitliche Schneidezähne werden nahezu ausnahmslos nach distobukkal ausgelenkt.
- Die durchschnittliche Bukkalauslenkung beträgt bei den mittleren Schneidezähnen etwa 35 μm , die mesialen und distalen Auslenkungen etwa 5 μm .
- Bei den seitlichen Schneidezähnen beträgt die durchschnittliche Bukkalauslenkung ebenso wie die durchschnittliche Distalauslenkung etwa 15 μm .

Für die Frontzähne des UK läßt sich zusammenfassend sagen:

- Die Auslenkungsrichtungen der Zähne entsprechen denen des OK.
- Die mittleren Schneidezähne bewegen sich nach bukkal, mesiale und distale Bewegungen sind etwa gleich häufig.
- Die seitlichen Schneidezähne des UK bewegen sich hauptsächlich nach distal und bukkal. Mesio-bukkale Bewegungen kommen allerdings häufiger vor als im OK.
- Die Bukkalauslenkungen der mittleren Schneidezähne betragen im Mittel etwa 30 μm , die mesialen und distalen etwa 10 μm .
- Die durchschnittlichen Bukkalauslenkungen der seitlichen Schneidezähne betragen etwa 15 μm , die Distalauslenkungen etwa 10 μm und die Mesialauslenkungen etwa 5 μm .

4.11. INTRUSION

An insgesamt 4 mittleren oberen Schneidezähnen wird außer der horizontalen Zahnauslenkung auch eine vertikale Messung, d.h. eine Messung der Intrusion des Zahnes in seine Alveole, durchgeführt. Die Zähne werden derart ausgewählt, daß 2 Zähne beim „Schließen“ in Kontakt zum Antagonisten stehen, während 2 weitere Zähne ihre Antagonisten nicht erreichen.

Beim „Pressen“ stehen 3 der 4 Zähne in antagonistischen Kontakt, während nur einer auch hier außer Kontakt verbleibt. Damit ein direkter Vergleich mit den horizontalen Auslenkungsbeträgen möglich ist, seien diese nochmals direkt neben den vertikalen Werten aufgeführt.

PROBAND 11:

	Schließen	Pressen	Hacken	Vorschub	Zurück in max. Interkuspidation
Zahn 11					
sag	2 b	6 b	1b - 6b	2ob - 5l	5 l - 1 b
trans	3 d	5 m	o - 7m	5m - 6d	4 m - o
intrus	-	24 μ m	3 μ m - 10 μ m	45 μ m	5o μ m
Zahn 21					
sag	6 b	23 b	3b - 15b	13b - 9ob	9o b - 13 b
trans	1o d	22 d	8d - 18d	12d - 2am	6 m - 3 d
intrus.	-	2o μ m	6 μ m - 13 μ m	63 μ m	6o μ m

PROBAND 12:

Zahn 11	::	::			
sag	15 b	23 b	5b - 18b	7ob - 17l	7o b - 17 b
trans	5 m	8 d	o - 1od	27d - 18m	18 m - 33 d
intrus.	25 μ m	33 μ m	5 μ m - 28 μ m	56 μ m	63 μ m
Zahn 21					
sag	8 b	18 b	6b - 18b	2ob - 8ob	7o b - 17 b
trans	1 d	1o m	2m - 3d	5m - 26d	7 m - 2o d
intrus.	25 μ m	38 μ m	5 μ m - 28 μ m	7o μ m	65 μ m

:: = Zahn hat Antagonistenkontakt

Es wird deutlich, daß die Intrusion, also die vertikale Zahnbeweglichkeit, durchaus die Größenordnung der horizontalen Zahnbeweglichkeit erreicht. Dies gilt insbesondere für die Vorschub- und die Rückführungsbewegungen des UK, bei denen die maximale Intrusion beim Kantenbiß entsteht.

Bei denjenigen Bewegungen, die in habitueller Okklusion durchgeführt werden (Schließen, Pressen und Hacken) ist die Intrusionsbewegung oft sogar größer als die horizontale Bewegung, insbesondere dann, wenn der Zahn auf seinen Antagonisten trifft.

5.0. DISKUSSION

Die in der vorliegenden Untersuchung gewonnenen Erkenntnisse über Art und Größe okklusionsbedingter Frontzahnbewegungen stellen Summationseffekte einer Vielzahl auf die Zähne einwirkender Faktoren dar.

Die durchgeführten synchronen Aufzeichnungen der sagittalen und transversalen Zahnauslenkungen lassen durch vektorielle Addition die Rekonstruktion der horizontalen Bewegungsbahn der Zahnkronen mit einiger Genauigkeit zu. Die Anteile einzelner Einflüsse an der resultierenden Auslenkung können allerdings - methodisch bedingt - nicht oder nur schwer erfaßt werden.

Für die Auslenkungsrichtung eines Zahnes ist in erster Linie die Lokalisation seiner okklusalen Kontakte bestimmend. Die Feststellung, eine aus lingualer Richtung einwirkende Kraft erzeuge eine Bukkalauslenkung, scheint banal. Das nähere Verständnis der im Mikrobereich beheimateten Bewegungsabläufe setzt allerdings eine sehr genaue Analyse der okklusalen Kontaktverhältnisse, etwa ob mesiale oder distale Randleistenabhängige belastet werden etc., voraus.

Ziel der Arbeit ist die Aufzeichnung der durch Funktionsbewegungen des UK an den Frontzähnen auftretenden Summationseffekte. Die Entstehung dieser Effekte zu erklären, etwa anhand von Funktionsanalysen in individuellen Artikulatoren, stellt eine Anregung für weiterführende Untersuchungen dar.

Die von KÖRBER, K.H. und KÖRBER, E. (22) beschriebenen Rotationsbewegungen der Zähne um ihre Längsachse - nach KÖRBER eine Folge exzentrisch angreifender Kräfte - werden durch die hier angewandte Meßmethode nicht erfaßt. Es ist jedoch zu unterstellen, daß derartige Bewegungen in die gemessenen Ergebnisse mit eingehen.

Zum Verständnis einiger der gemessenen Auslenkungsrichtungen muß eine Beweglichkeit oder eine Deformation der paraokklusalen Schienen in Betracht gezogen werden.

Durch ihren verblockenden Effekt auf das Restgebiß stellen sie gegenüber dem zu messenden Zahn einen relativ immobilen Bezugspunkt dar.

Dies trifft nach SCHULZ (58) in besonderem Maße für Funktionsbewegungen in der habituellen Okklusion zu, wie etwa beim Schließen, Pressen, Vibrieren usw. Bei Exkursionsbewegungen des UK aus der habituellen Okklusion heraus, insbesondere bei starken extraaxialen Belastungen der Eck- und Seitenzahngebiete und unbelasteter Front, muß jedoch angenommen werden, daß sich eher die Schiene als der Meßzahn bewegt. Nur so sind etwa die Mesialauslenkungen der oberen Frontzähne der Arbeitsseite bei den Laterotrusionsbewegungen erklärbar.

Problematischer ist die Interpretation von Zahnbewegungen, welche ohne okklusale Kontakte in der habituellen Okklusion entstehen. Für obere Frontzähne ohne Antagonistenkontakt wird in Übereinstimmung mit den Beobachtungen SIEBERT's (61) festgestellt, daß beim Schließen und beim Pressen eine Auslenkung in lingualer (palatinaler) Richtung stattfindet. Die Arbeiten von JUNG (14), JOB (12), MARX (30) und anderen berichten über elastische Deformationen der sich in Funktion befindlichen Mandibula.

MARX (30), SCHUSTER (59) und SIEBERT (61) erweitern dies dahingehend, daß sich derartige Deformationen auf die Zahnreihe übertragen und durch Auslenkungen der Zähne zum Ausdruck kommen. Die Vorstellung, elastische Deformationen des Kieferknochens bewirken eine Bewegung einzelner Zähne, scheint prinzipiell auch auf den Oberkiefer übertragbar. Inwieweit untersucht wurde, ob dies zutrifft, ist dem Autor nicht bekannt.

Einen weiteren, die Zahnauslenkungen in wesentlicher Weise beeinflussenden Faktor stellt die Zunge dar. Nach SCHREIBER (57) übt sie beim Sprechen Drücke von 350 p/cm^2 auf den vorderen Gaumen und von 240 p/cm^2 auf die UK-Frontzahnreihe aus. Aus technischen Gründen ist es bei den vorliegenden Untersuchungen nicht möglich, den Einfluß der vestibulären Weichteile ebenfalls in die Meßergebnisse mit eingehen zu lassen.

Der Verdacht liegt allerdings nahe, die Wangen- und Lippenweichteile üben dem Zungendruck entgegengesetzte Kräfte aus. Endgültige Klarheit hierüber könnten weiterführende Untersuchungen mit einer lingualen Anbringung der paraokklusalen Schienen bringen.

Einen Überblick über die bisher unternommenen Versuche, physiologische Zahnbewegungen in ihrer Größenordnung zu erfassen und gegenüber der pathologischen Zahnbeweglichkeit abzugrenzen, geben die Arbeiten von FORSBERG und HÄGGLUND (5), HENERS (8), HOFMANN (9), KARLSON, CHERASKIN und DUNBAR (16), LEHMANN (25), LUNDQUIST (27), MÜHLEMANN (32), MÜHLEMANN und FEHR (36), MÜHLEMANN und RATEITSCHAK (38), PARFITT (46), RUDD, O'LEARY und STUMPF (51), SAVDIR (54), SPONHOLZ und WENZEL (64) u.a.

Trotz im einzelnen abweichender Werte, teilweise bedingt durch unterschiedliche Registriermethoden und -bedingungen, läßt sich bezüglich der Ergebnisse eine tendenzielle Übereinstimmung der verschiedenen Autoren feststellen.

FORSBERG und HÄGGLUND (5) registrieren bei 600 p Belastung mittlerer oberer Schneidezähne eine Lingualauslenkung von 30 μm und eine Bukkalauslenkung von 85 μm . Die an seitlichen Schneidezähnen gemessenen Zahnauslenkungen sind bei gleicher Belastung geringfügig größer. Neuere Untersuchungen von SPONHOLZ und WENZEL (64) bestätigen die größere bukkale Beweglichkeit oberer Frontzähne, stellen jedoch eine größere Festigkeit mittlerer Schneidezähne gegenüber den seitlichen Frontzähnen in Abrede. Nach HENERS (8) beträgt die Lingualauslenkung oberer Schneidezähne bei 500 p Belastung etwa 70 μm , die Bukkalauslenkung etwa 60 μm . HOFMANN (9) belastet obere Schneidezähne mit 100 p und registriert dabei Lingualauslenkungen von 40 μm und Bukkalauslenkungen von etwa 150 μm . Mit 200 p Belastung erhält KÖRBER (20) an oberen Schneidezähnen Lingualauslenkungen bis 20 μm und bukkale Auslenkungen bis etwa 45 μm .

MÜHLEMANN und RATEITSCHAK (38) beschreiben den größten als physiologisch bezeichneten Meßwert; bei 1,5 Kp Belastung beträgt er an oberen Schneidezähnen 300 μm in oro-fazialer Richtung. Ferner unterteilt MÜHLEMANN (32, 33) die physiologische Zahnbeweglichkeit in drei Phasen: die initiale Phase, in der lediglich eine Straffung der Parodontalfasern stattfindet, die intermediäre Phase, bei der die Parodontalfasern und der Alveolarknochen elastisch deformiert werden, sowie die terminale Phase, bei der es zur elastischen Deformation der Zahnhartgewebe selbst kommt.

Die terminale Zahnbeweglichkeit setzt nach MÜHLEMANN (33) erst bei Kräfteeinwirkungen oberhalb 1,5 Kp ein und bewirkt nur noch einen geringfügigen Zuwachs der Zahnauslenkung. PARFITT (46) zeigt, daß die Exkursionen der Zähne innerhalb physiologischer Belastungsgrenzen eine logarithmische Funktion der einwirkenden Kraftgrößen darstellen. Bei 675 p horizontaler Belastung registriert er an oberen Schneidezähnen durchschnittliche Lingualauslenkungen von 37 μm und durchschnittliche Bukkalauslenkungen von 43 μm .

Die aufgeführten Auslenkungsbeträge sind ausnahmslos Ergebnisse von außen applizierter, in Größe und Richtung exakt bestimmbarer Kraftdosen. Vergleiche mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit sind daher problematisch, werden diese doch nicht durch Dynamometer o.ä., sondern durch die Okklusion und die Funktion des Kauapparates hervorgerufen. Somit wird, im Gegensatz zu den bislang experimentell erzeugten Zahnbewegungen, die Kinetik der Zähne unter einem direkten klinischen Bezug gesehen. Naturgemäß unterliegen derart erzeugte Zahnbewegungen der gleichen Variabilität wie die sie erzeugenden Faktoren, namentlich der Morphologie und der Funktion des Kausystems, selbst.

Die einzigen dem Autor bekannten vergleichbaren Untersuchungen liefert SIEBERT (61), obgleich sich seine Betrachtungen der okklusionsbedingten Frontzahnkinetik auf die Sagittalebene begrenzen. Bezüglich der beim Schließen und Pressen gemessenen Zahnauslenkungen bestätigen die eigenen Untersuchungen die Beobachtungen SIEBERT's. Ebenfalls übereinstimmende Ergebnisse werden bei der Messung der Protrusionsbewegung gefunden. Die Frontzähne des OK bewegen sich in der Hauptsache nach bukkal, die des UK nahezu ausnahmslos nach lingual.

SIEBERT'S Feststellung hingegen, bei allen anderen Funktionsbewegungen des UK treten in der OK-Frontzahnreihe nur linguale Auslenkungen auf, kann anhand der eigenen Ergebnisse nicht bestätigt werden. Für einige Zähne trifft die Aussage SIEBERT'S zu; der Grundtendenz nach muß jedoch festgestellt werden, daß bei allen Funktionsbewegungen des UK aus der habituellen Okklusion heraus die Bukkalbewegungen der OK-Front häufiger und in ihren Beträgen größer sind als die Lingualbewegungen.

Bezüglich der Auslenkungsbeträge werden die Aussagen SIEBERT'S ebenfalls erhärtet. Seine Feststellung, selbst unter den mit Parafunktionen vergleichbaren Leermastikationsbewegungen Pressen, Vibrieren und Reiben treten weder Bewegungsamplituden noch Maximalausschläge oberhalb 120 μm auf, trifft für 169 der hier registrierten 172 Zähne zu. Der Autor schließt sich daher der Auffassung SIEBERT'S an, die von MÜHELMANN (32) als pathologische Grenze definiert OK-Frontzahnbeweglichkeit von 200 μm sei zu hoch angesiedelt.

BECK (1), SAUER (52), KÖRBER (18), MÜHELMANN (33) und andere weisen nach, daß bereits unter physiologischen Belastungen eine elastische Deformation der Zahnhartgewebe auftritt. Derartige Deformationen gehen als Teilkomponente in die Auslenkungsgrößen der Zähne mit ein. Nach KÖRBER (18) folgen die Zähne in ihrem elastischen Verhalten dem Hook'schen Gesetz. Demzufolge ist die elastische Deformation um so größer, je weiter der Zahn von seiner physiologischen Ruhelage entfernt ist. KÖRBER (18) registriert bei in vivo-Versuchen eine Durchbiegung des mittleren oberen Schneidezahnes von 15 μm nach bukkal bis 10 μm nach lingual. Die Belastung beträgt hierbei 400 p. Im Gegensatz hierzu stehen die Beobachtungen MÜHELMANN'S (33), welcher die elastische Deformation der Zahnhartgewebe lediglich der terminalen Phase der Zahnbewegung zuordnet.

Die in der vorliegenden Arbeit angewandte Meßmethode gestattet keine getrennte Betrachtung der rein parodontalen und der durch Zahndeformationen bedingten Zahnbewegungen. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, daß auch bei okklusionsbedingten Zahnauslenkungen funktionelle Wechselbeziehungen zwischen der rein parodontalen und der durch elastische Deformationen hervorgerufenen Zahnauslenkung bestehen.

Nach O'LEARY, RUDD und NABERS (41) hängen die auf eine definierte Belastung folgenden Zahnauslenkungen in ihrer Größe von einer Vielzahl weiterer Parameter ab. Sie zeigen, daß beispielsweise fehlender Nachtschlaf des Probanden die Beweglichkeit erhöht; mit fortschreitender Tageszeit wiederum wird eine Abnahme der Zahnbeweglichkeit beschrieben.

O'LEARY, SHANLEY und DRAKE (43) zeigen, daß die Beweglichkeit sämtlicher Zähne in Gebissen mit eckzahngeführter Okklusion größer ist, als bei gruppengeführten Gebissen. Da okklusionsbedingte Frontzahnbewegungen nur in seltenen Fällen die Größenordnung der experimentell erzeugten Maximalauslenkungen erreichen, ist es zweifelhaft, ob diese Parameter die eigenen Ergebnisse mit beeinflussen. Dies zu untersuchen, könnte der Gegenstand gezielter Untersuchungen sein, bei denen sich die Versuchsreihen nur in den genannten Parametern unterscheiden.

Den Arbeiten von PARFITT (46) und HENERS (8) zufolge ist die horizontale Zahnbeweglichkeit etwa dreimal so groß wie die vertikale. Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Messungen der Okklusionsbedingten Intrusion der Zähne in ihre Alveolen liefern jedoch Anhaltspunkte für die Annahme, daß die vertikalen Bewegungen durchaus die Größenordnung der horizontalen Bewegungen erreichen. Da die Intrusionsmessung allerdings nur an wenigen Zähnen durchgeführt wird, empfiehlt sich eine zurückhaltende Beurteilung der Ergebnisse. Auch in diesem Punkt müssen sich weitere Untersuchungen anschließen, um die noch offenen Fragen zu beantworten.

6.0. Zusammenfassung:

Mit einem elektronisch-induktiven Berührungslosen Verfahren wird die durch die Okklusion hervorgerufene Kinetik von Ober- und Unterkieferfrontzähnen gemessen und aufgezeichnet. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei der horizontalen - also der sagittalen und transversalen - Zahnkinetik geschenkt. In geringem Umfang werden allerdings auch Messungen in allen drei Raumebenen durchgeführt.

Alle Probanden führen die gleichen Leermastikationsbewegungen aus. Die der Auswahl der Probanden zu Grunde gelegten Kriterien lassen die Probanden zunächst als homogene Gruppe erscheinen.

Feine Unterschiede der okklusalen Morphologie, sowie andere bei der Funktion des Kausystems wirksam werdende individuelle Verschiedenheiten ergeben dennoch z.T. beachtliche Schwankungen der Meßergebnisse. Die Zahl der die Zahnkinetik bestimmenden Parameter ist für die Darstellung statistisch abgesicherter Signifikanzen anhand der vorliegenden Werte zu groß. Dennoch läßt die Vielzahl der gewonnenen Meßwerte klare Tendenzen erkennen.

In grober Zusammenstellung lassen sich folgende Feststellungen treffen:

Die größten Frontzahnauslenkungen treten bei den mit Parafunktionen vergleichbaren Leermastikationsbewegungen (Zähneknirschen, Pro- und Laterotrusionsbewegungen unter Kaudruck) auf; dennoch sind horizontale Auslenkungen oberhalb 80 μm selten und oberhalb 120 μm praktisch nicht mehr anzutreffen. In der Ober- und Unterkieferfront treten durchweg größere sagittale als transversale Bewegungen auf. Dabei bewirken Funktionsbewegungen der Mandibula in der Oberkieferfront vorwiegend bukkale, in der Unterkieferfront vorwiegend linguale Auslenkungen. Kommt es im Frontzahnbereich nicht zum antagonistischen Kontakt, sind auch in der oberen Frontzahnreihe die lingualen (palatinalen) Auslenkungen häufiger.

Die Messungen der okklusionsbedingten Intrusion lassen vermuten, daß die vertikalen Zahnbewegungen mindestens an die Größe der Horizontalauslenkungen heranreichen.

7. Literaturverzeichnis

1. BECK, G. : Untersuchungen über das Verhalten menschlicher Zähne beim Kauvorgang. Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 162 (1956).
2. BEYELER, K. und DREYFUS, J. : Prinzip einer elektro-dynamischen Apparatur zur Messung des Lockerungsgrades der Zähne. Parodontologie 1, 113 (1947).
3. BURSTONE, C.J., PRYPUTNIEWICZ, R.J. and BOWLEY, W.W. : Holographic measurement of tooth mobility in three dimensions. J. Periodontal Res. 13, 283 (1978).
4. ELBRECHT, E. : Beitrag zur Bestimmung der Lockerungsgrade der Zähne. Parodontium 11, 138 (1939).
5. FORSBERG, A. and HÄGGLUND, G. : Om tändernas rörlighet Sveriges tandläkarförbunds tidning, 47, 665 (1955).
6. GOLDBERG, H.J.V. : A New Technique for Measuring Tooth Mobility. J. dent. Res. 40, 641 (1961).
7. HEINROTH, H. : Klinische Untersuchungen, Kaudruckmessung. Fortschr. Zahnheilk. 4, 114 (1928).
8. HENERS, M. : Statistischer Vergleich zweidimensional registrierter physiologischer Zahnbeweglichkeit. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 447 (1973).
9. HOFMANN, M. : Ein Gerät zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Bewegungsbahn des Zahnes. Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 721 (1962).

10. HOFMANN, M. : Zahnbeweglichkeit; Bestimmung
und Analyse.
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 924 (1963).
11. HOFMANN, M. und : Die physiologische Zahnbewegung.
DIEMER, R. Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 707 (1966).
12. JOB, D.K. : Über die Elastizität der Skeletteile
des Gebißsystems bei der mastikato-
rischen Funktion.
Med. Diss. Mainz (1951).
13. JOEL, A.A. : A New Method for Measuring Tooth
Mobility.
Dent. pract. 8, 329 (1958).
14. JUNG, F. : Die funktionell-elastische Deformation
des Kieferknochens und die Eigenbeweg-
lichkeit der Zähne.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 70, 17 (1960).
15. JUNG, F. : Die Zahnbeweglichkeit.
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 934 (1963).
16. KARLSON, F.A., : Subclinical Scurvy and Subclinical
CHERASKIN, E. and
DUNBAR, J.B. Tooth Mobility.
J. Western Soc. Periodont. 7, 6 (1959).
17. KOECK, B. und : Zahnbeweglichkeiten in Abhängigkeit von
SANDER, C. der Belastung funktioneller Facetten.
Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 207 (1977).
18. KÖRBER, K.H. : Die elastische Deformierung mensch-
licher Zähne.
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 691 (1962).
19. KÖRBER, K.H. : Elektronisches Messen der Zahnbeweg-
lichkeit.
Dtsch. Zahnärztebl. 16, 605 (1962).
20. KÖRBER, K.H. : Untersuchungen über die kaufunktionelle
Beanspruchung des Zahnes.
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 576 (1963).

21. KÖPPER, K.H. : Berührungslos- elektronisches Ver-
fahren zur Messung der Zahnbeweg-
lichkeit.
Zahnärztl. Welt 85, 927 (1976).
22. KÖRBER, K.H. und Die rotatorische Komponente der
KÖRBER, E. : physiologischen Zahnbeweglichkeit.
Zahnärztl. Welt 64, 309 (1963).
23. KÖRBER, K.H. und Elektrisches Messen mechanischer
KÖRBER, E. : Größen in der zahnmedizinischen
Grundlagenforschung.
Hottinger Meßtechnische Briefe,
1970, S. 38.
24. LASTER, L. et al. : An Evaluation of Clinical Tooth
Mobility Measurements.
J. periodontol. 46, 603 (1975).
25. LEHMANN, K. : Elektronisches Messen der Zahnbeweg-
lichkeit;
Fehlermöglichkeiten und praktische
Anwendung.
Med. Diss. Tübingen, 1964.
26. LUKAS, D. et al. : Zahnbeweglichkeitsmessungen mit be-
rührungslosen Wegfühlem.
Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 173 (1977).
27. LUNDQUIST, C. : Objektiva parodontala registrerings-
metoder.
Odont. Revy 7, 1 (1956).
28. MANLY, R.S., : Single Impulse Method for Determining
WIREN, J.,
KAPUR, K.K. and Tooth Mobility.
J. dent. Res. 43, 872 (1964).
LOFTUS, E.
29. MANLY, R.S., : An Instrument for Measuring Tooth
YURKSTAS, A. and
RESWICK, J.B. Mobility.
J. Periodont. 22, 148 (1951).

30. MARX, H. : Zur Dynamik der aus der elastischen Kieferdeformierungen stammenden Zahnbewegungen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1310 (1967).
31. MÜHLEMANN, H.R. : Periodontometry, a Method for Measuring Tooth Mobility.
Oral Surg. 4, 1220 (1951).
32. MÜHLEMANN, H.R. : Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 61, 1 (1951).
33. MÜHLEMANN, H.R. : Tooth Mobility I. The measuring method initial and secondary tooth mobility.
J. Periodont. 25, 22 (1954).
34. MÜHLEMANN, H.R. : Zum Messen der Zahnbeweglichkeit am Lebenden.
Zahnärztl. Welt 16, 407 (1955).
35. MÜHLEMANN, H.R. : Ten years of tooth mobility measurement.
J. Periodont. 31, 110 (1960).
36. MÜHLEMANN, H.R. and FEHR, C. : Zur Beurteilung des Parodonts vermittlels Zahnbeweglichkeitsmessungen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 632, (1956).
37. MÜHLEMANN, H.R., HERZOG, H. and VOGL, A. : Occlusal Trauma and Tooth Mobility.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 66, 527 (1956).
38. MÜHLEMANN, H.R. und RATEITSCHAK, K.H. : Mechanische und elektronische Zahnbeweglichkeitsmessungen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1352 (1963).
39. MÜHLEMANN, H.R. and ZANDER, H. : Tooth Mobility III. The Mechanism of Tooth Mobility.
J. Periodont. 25, 128 (1954).

40. O`LEARY, T.J. and RUDD, K.D. : An Instrument for Measuring Horizontal Tooth Mobility. Periodontics 1, 249 (1963).
41. O`LEARY, T.J., RUDD, K.D. and NABERS, C.D. : Factors affecting horizontal tooth mobility. Periodontics 4, 308 (1966).
42. O`Leary, T.J., RUDD, K.D., NABERS, C.D. and STUMPF, A.J. : The effect of mastication and deglutition on tooth mobility. SAM - TDR 63-58, (1963) and Periodontics 1, 249 (1963).
43. O`LEARY, T.J., SHANLEY D.B. and DPAKE, R.B. : Tooth Mobility in Cuspid- protected and Group Function Occlusion. J. Prosth. Dent. 27, 21 (1972).
44. PARFITT, G.J. : Development of an Instrument to measure Tooth Mobility. J. dent. Res. 37, 64 (1958).
- 45 PARFITT, G.J. : Measurement of the physiological mobility of individual teeth in an axial direction. J. dent. Res. 39, 608 (1960).
46. PARFITT, G.J. : The Dynamics of a Tooth in Function. J. Periodont. 32, 102 (1961).
47. PICTON, D.C.A. : A method of measuring physiologic tooth movement in man. J. dent. Res. 36, 814 (1957).
48. PICTON, D.C.A. : Tilting movements of teeth during biting. Arch. oral Biol. 7, 151 (1962).
49. PICTON, D.C.A. : Vertical Movement of Cheek Teeth During Biting. Arch. oral Biol. 8, 109 (1963).
50. PICTON, D.C.A. : Some Implications of Normal Tooth Mobility During Mastication. Arch. oral Biol. 9, 565 (1964).

51. RUDD, K.D., : Horizontal Tooth Mobility in Care-
O`LEARY, T.J. and ,fully Screened Subjects.
STUMPF, A.J. Periodontics 2, 65 (1964).
52. SAUER, E. : Messungen der elastischen Defor-
mierbarkeit natürlicher Zähne.
Med. Diss. Mainz 1955
53. SAVDIR, S. : Der Periodontograph.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 73, 993 (1963).
54. SAVDIR, S. : Die Methoden der Zahnbeweglichkeitsmes-
sung. Ein neues elektronisches Meßgerät.
Medical Thesis Munich and Zürich, 1963.
55. SAVDIR, S. und : Zahnbeweglichkeit und Zahn deformation.
RATEITSCHAK, K.H. Parodontologie 18, 125 (1964).
56. SCHÖHL, H. : Die Messung der Zahnbeweglichkeit unter
funktioneller Belastung.
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 1185 (1960).
57. SCHREIBER, S. : Zur Dynamik der Zunge und Lippenmuskulatur.
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 315 (1964).
58. SCHULZ, W. : Die Zahnbeweglichkeit von gesunden Zähnen
und mit keilförmigen Defekten.
Med. Diss. Mainz, 1977.
59. SCHUSTER, H.O. : Untersuchungen über die physiologische
und pathologische Beweglichkeit der un-
teren Frontzähne in und mit den Alveolen.
Med. Diss. Mainz, 1953.
60. SCHWICKRATH, H. : Zur Zahnbeweglichkeit.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 21 (1967).
61. SIBERT, G. : Klinisch- experimentelle Untersuchungen
zur Auslenkung von Zähnen auf Grund der
elastischen Deformierbarkeit der Mandi-
bula.
Zahnärztl. Welt 87, 543 (1978).

62. SIEBERT, G. : Klinisch- experimentelle Untersuchungen zur Disklusion und zur okklusionsbedingten Kinetik von Einzelzähnen.
Med. Habil.-Schrift, Mainz 1976.
63. SPONHOLZ, H. : Wert und Bedeutung der Zahnbeweglichkeitsmessung.
Stomatol. DDR, 28, 782 (1978).
64. SPONHOLZ, H. und WENZEL, B. : Die Zahnbeweglichkeit in verschiedenen Altersgruppen unter Berücksichtigung unterschiedlicher parodontologischer Aspekte.
Stomatol. DDR, 28, 21 (1978).
65. SUSSMANN, S. : A new appliance for routine tooth mobility measurements.
Medical Thesis, Zürich 1956.
66. WEINBERG, L.A. : Tooth Mobility as a Factor in Diagnosis.
N.Y. State Dent. J. 25, 75 (1959).
67. WERNER, V. : Vergleichende Untersuchungen verschiedener Parodontosebehandlungen mittels einer neuen metrischen Methode.
Paradentium 14, 44 (1942).
68. ZWIRNER, E. : Verwendungsmöglichkeiten der Kathodenstrahloszillografen zu Forschungszwecken in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde.
Dtsch. zahnärztl. Z. 12, 794 (1949).
69. ZWIRNER, E. : Über die Bedeutung einer genauen Kenntnis der Zahnbewegungen für Wissenschaft und Praxis.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 19, 297 (1954).
70. ZWIRNER, E. : Zum Messen der Zahnbeweglichkeit am Lebenden.
Zahnärztl. Welt 10, 99 (1955).

8. Anhang

Einzelergebnisse, SCHLIESSEN

PROBAND										
ZAHN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 sag trans	6b 1m	- 3m	7b 3m	-	5b 5m	3b 2d	21 1d	51 1cm	2ob 5m	5ob 8m
21 sag trans	2b 3d	31 3m	23b -	61 3m	21 3m	1ob 4d	1b -	51 3d	6b 1d	8b 3m
12 sag trans	121 6m	231 4m	3b 13d	31 1d	1o1 1od	2b 8m	11 -	3b 8d	-	5b 15m
22 sag trans	3b 6d	41 3m	61 3m	3b -	21 8m	3b 6d	1b 2m	3b 5d	11 2m	5b 5m
31 sag trans	2b 3m	- 2m	551 18m	41 -	171 8m	11 3m	11 -	26b 5m	- 13m	131 2d
41 sag trans	2b 3m	5b 1od	271 3m	51 5m	2o1 5m	61 5d	- -	3b 3m	- -	131 6d
32 sag trans	3b 1m	7b 3d	141 5d	51 5m	1o1 5m	51 2m	- -	61 6m	61 3m	1ob 6m
42 sag trans	41 2m	5b 2m	131 1cm	21 -	141 2m	5b 6m	31 3m	11 3m	31 15m	1o1 1cm

:: = Zahn hat Antagonistenkontakt

Einzelergebnisse, SCHLIESSEN

PROBAND

ZAHN	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11 sag trans	2b 3d	15b 5m	- -	4l 6m	6l 9m	- 2d	5l -	23b 8m	5b -
21, sag trans	6b 1od	8b 1d	1l 1m	- 3m	3l 22d	3b 5d	2l 2m	2ob 3m	2l 1m
12 sag trans	3b -	2b 1m	- -	3l 2m	3l 3m	2b 3d	5l 3m	1b -	4l 3m
22 sag trans	6b 3m	2b 4d	- 3m	3l 2m	2l 13m	2b 3d	1b -	3l 1am	1ob -
31 sag trans	8b 14d	13l 4m	- -	- -	3l 5m	3l 1am	3l 3m	2l -	2l 3m
41 sag trans	1ob 5m	13l 2m	- 2m	5l 5m	5l 1am	- 3m	3l 3d	4l 6d	- 1m
32 sag trans	8l 6m	7l 4m	6b 3d	13l 1am	3l 6m	2b 6d	3l 3m	3l 5m	5l 2m
42 sag trans	2b -	5b 2d	3l 3m	1b 3m	6l 3m	- 3m	5l 1d	8l 13m	- -

:: = Zahn hat Antagonistenkontakt

Einzelergebnisse, PRESSEN

ZAHN	PROBAND									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 saq trans	12b 1cm	:: 12b 4m	13b 1cm	:: 3l -	:: 16b 1cm	:: 3l 6m	5l 8d	10l 25m	40b 25d	:: 100b 3cm
21 saq trans	3b 5d	:: 6l 1cm	30b 2d	:: 10l 13m	:: 42b 10d	30b 3m	6b 2d	10l 5d	18b 3d	:: 35b 10d
12 saq trans	22l 15m	27l 6m	6l 13m	:: 6l 12d	:: 10l 3m	13b 16m	6b 3d	5l 14m	3b 7d	:: 12b 25m
22 saq trans	3b 12d	:: 11l 23m	10b 15d	:: 4l 3m	:: 10b 25m	6b 10d	- 4d	5l 6m	12l 11m	20b 12m
31 saq trans	6l 8m	:: 3l 1d	85l 26m	:: 15l -	:: 35l 8m	10l 18d	6l 3d	11l 13d	33l 13d	:: 30l 6m
41 saq trans	7l 1cm	:: 27l 2cm	37l 10d	:: 33l 13m	:: 35l 12m	4l 10d	2l 3d	23b 25d	30l 8m	:: 25l 18d
32 saq trans	10b 13m	7l 7d	30l 17m	:: 20l 11m	:: 35l 14m	13l 15d	10l 3m	18l 23m	28l 3cm	:: 26b 1cm
42 saq trans	8l 2m	:: 11l 7m	28l 2cm	:: 20l 4d	:: 40l 14m	22l 2cm	4l 6d	10l 8m	16l 33m	:: 25l 2cm

:: = Zahn hat Antagonistenkontakt

Einzelergebnisse, PRESSEN

PROBAND

ZAHN	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11									
sag	6b	23b	7b	6l	4ob	5l	14l	33b	3ob
trans	5m	8d	3d	16m	45m	11m	13m	30m	6m
21									
sag	23b	18b	5l	2b	1o8b	7b	9l	3ob	18b
trans	22d	10m	12m	2m	5od	12d	3m	10m	7d
12									
sag	3l	2l	7l	7l	2ob	5l	1ol	13b	1ol
trans	5m	8m	2m	11m	33m	5m	15m	17m	10m
22									
sag	12b	3b	3l	6l	48b	1l	1ol	11l	28b
trans	10m	7m	6m	10m	1ood	8m	20m	33m	1od
31									
sag	17l	23l	22l	3b	16l	26l	23l	22l	15l
trans	6m	11m	1od	6d	25m	38d	17m	12d	13m
41									
sag	18l	2ol	45l	1ol	9l	12l	2ol	13l	15l
trans	13m	3m	5m	10m	16m	1od	6m	1od	1od
32									
sag	3ol	9l	31l	16l	1ol	13l	15l	22l	13l
trans	20m	19m	3m	15m	18m	18d	5m	12d	6m
42									
sag	11l	7l	2ol	3b	23l	12l	18l	26l	13l
trans	4d	17d	8m	10m	20m	15m	7d	23m	8m

:: = Antagonistenkontakt

Einzelergebnisse, VIERRIEFEN

PROBAND

ZAHN	1	2	3	4	5
11					
sag	6b - 3l	o - 6h	o - 5b	5l - 12l	5b - 18b
trans	o - 15m	o - 2m	-	5m - 14m	6m - 4d
21					
sag	2b - 5b	5l - 8l	6b - 2oh	-	1ob - 3ob
trans	2d - 5d	o - 1d	-	-	3m - 6d
12					
sag	17l - 22l	6l - 26l	-	2l - 1ol	6l - 11l
trans	1am - 2am	2m - 5m	3d - 5d	2d - 8d	1om - 3d
22					
sag	3b - 6b	o - 1ol	o - 3l	1b - 2l	3b - 8b
trans	3d - 1od	1d - 3am	o - 3d	2m - 1d	1om - 23m
31					
sag	3l - 17l	3b - 4l	27l - 5ol	8l - 17l	2ol - 33l
trans	6m - 1om	2m - 2d	3m - 6m	1d - 2d	6m - 22m
41					
sag	2l - 7b	2ol - 12b	1ol - 2ol	15l - 3ol	18l - 33l
trans	3m - 6m	1od - 3m	3m - 6m	8m - 12m	14m - 2om
32					
sag	5b - 1ob	4b - 4l	5l - 1ol	9l - 2ol	8l - 28l
trans	2m - 8m	5d - 8d	-	5m - 1om	7m - 13m
42					
sag	6l - 1ol	6b - 3l	3l - 1ol	1ol - 25l	15l - 35l
trans	2m - 3m	2m - 6m	2m - 13m	3d - 6d	5m - 18m

Einzelergebnisse, VIERTELEN

PROBAND

ZAHN	6	7	8	9	10
11					
sag					
trans	o - 1ob 6d - 6m	21 - 181 2m - 23d	o - 251 5m - 4am	26b - 31 15m - 15d	65b - 8ob 6m - 12d
21					
sag	1ob - 2ob 7m - 1ow	9b - 121 1am - 1ow	121 - 171 o - 1am	o - 8b 2m - 2d	3ob - 45b 3m - 1od
trans					
12					
sag	11 - 1ob 3m - 1am	14b - 31 13m - 6d	2b - 8b 3d - 1od	3b - 31 2d - 7m	12b - 11 2m - 2am
trans					
22					
sag	151 - 35d 26m - 2od	121 - 6b 18m - 4d	5b - 2ob 1od - 3od	o - 22b 5m - 26d	2b - 3ob 3m - 15w
trans					
31					
sag	2b - 81 12d - 3m	51 - 81 2m - 2d	3b - 17b 1d - 13m	6b - 31 6m - 3d	31 - 261 o - 5m
trans					
41					
sag	31 - 1ol 3m - 3d	o - 21 1m - 4d	6b - 13b 3m - 17d	o - 151 o - 8m	81 - 231 o - 15d
trans					
32					
sag	61 - 181 3d - 11d	o - 61 1d - 3m	18b - 231 23m - 33m	o - 1ol 6d - 2am	15b - 2ob 1am - 15d
trans					
42					
sag	o - 161 1am - 2am	o - 61 o - 12d	18b - 35b 2m - 14m	2b - 91 o - 15m	191 - 281 18m - 25m
trans					

Einzelergebnisse, VIBRIFREN

PROBAND

ZAHN	11	12	13	14	15
11					
sag	3l - 4b	23b - 26b	7b - 13b	2l - 7l	33b - 40b
trans	o - 25m	3d - 23d	5m - 6d	10d - 20m	35m - 48m
21					
sag	12b - 19b	14b - 20b	3l - 3b	o - 4l	70b - 130b
trans	o - 23d	o - 13m	o - 18m	o - 13m	56d - 100d
12					
sag	3b - 6l	o - 4l	6l - 5b	o - 8l	15l - 10b
trans	5d - 10m	6m - 7d	6m - 7d	3d - 18m	o - 33m
22					
sag	3l - 12b	1l - 4b	3l - 12b	10l - 6b	6b - 26b
trans	o - 30m	7d - 9m	o - 10m	15m - 12d	56d - 106d
31					
sag	3b - 3l	18l - 24l	13l - 22l	3l - 2b	6l - 16l
trans	5m - 5d	o - 7m	3m - 3d	3d - 12d	13m - 23m
41					
sag	3b - 8l	20l - 23l	23l - 33l	o - 8b	3l - 6l
trans	o - 4m	1m - 2d	3m - 10m	3m - 15d	12m - 18m
32					
sag	3l - 20l	2l - 13l	23l - 33l	2b - 10l	6b - 10b
trans	5d - 18m	6m - 15m	12m - 5d	o - 15m	10m - 3m
42					
sag	3l - 3b	o - 10l	20l - 23l	o - 6b	12l - 14l
trans	o - 6d	5d - 25d	6m - 17m	23m - 12d	6m - 21m

Einzelerggebnisse, VIBRIEREN

PROBAND

ZAHN	16	17	18	19
11 sag trans	7b - 7l o - 2od	1ol - 22b o - 25m	19b - 33b 6m - 38m	8b - 2ob o - 7m
21 sag trans	2l - 16b 2od - 6m	13l - 2ob 1od - 5m	16b - 3ob 18m - 16d	6b - 21b 4m - 17d
12 sag trans	3b - 5l 5m - 6d	5l - 12l 3m - 3am	o - 15b 2m - 3am	5l - 1ob 6m - 3d
22 sag trans	1l - 7b 6d - 12m	o - 1ol 3d - 3am	6l - 3ol 12m - 3am	o - 35b 3d - 12d
31 sag trans	2ol - 14b 16m - 15d	1ol - 23b 6m - 5d	17l - 2ol 6d - 16d	6l - 15l 21m - 1d
41 sag trans	16l - 5b 8m - 8d	1ol - 1ob o - 6m	16l - 3b o - 15d	12l - 2ol 6m - 3d
32 sag trans	1ol - 11b 3m - 1od	6l - 1ob 3d - 9d	23l - 3ol 15m - 23m	5l - 1ol o - 1am
42 sag trans	7l - 7b 2d - 21m	6l - 12b 8m - 17d	9l - 27l 15m - 25m	1ol - 13l 1am - 6d

Einzelergebnisse, REIBEN

PROBAND

ZAHN	1	2	3	4	5
11 sag trans	5b - 33b o - 22m	1o1 - 2ob 6m - 6d	o - 1ob o - 1om	o - 181 o - 23d	6b - 43b 33m - 18d
21 sag trans	o - 1ob 4m - 3d	71 - 18b 17m - 15d	5b - 23b o - 5d	121 - 5b 2m - 4d	25b - 7ob 7m - 15d
12 sag trans	131 - 221 5m - 22m	221 - 43b 5m - 5d	o - 8b o - 1od	1o1 - 3b 5m - 6d	31 - 181 3d - 35d
22 sag trans	o - 6b o - 17d	o - 1o1 3om - 1d	51 - 2b 6m - 12d	61 - 2b o - 12m	61 - 6b 15m - 5d
31 sag trans	31 - 251 6m - 11m	31 - 2ob 7m - 3d	461 - 8o1 17m - 3om	151 - 5b 2m - 4d	181 - 421 8m - 23m
41 sag trans	71 - 15b 2m - 6m	151 - 12b 6m - 6d	271 - 371 3m - 13d	251 - 1ob 1om - 3d	171 - 421 12m - 22m
32 sag trans	121 - 6b o - 2om	151 - 3b 2m - 12m	71 - 551 7m - 18m	181 - 4b o - 8m	151 - 6b 6m - 18m
42 sag trans	51 - 121 3m - 3d	61 - 23b 6m - 15d	151 - 251 1om - 25m	o - 3o1 3m - 3d	31 - 431 23m - 8d

Einzelerggebnisse, REIBEN

PROBAND

ZAHN	6	7	8	9	10
11 sag trans	20l - 15b 15m - 10d	23l - 20b 10m - 44d	6l - 100b 33m - 30d	3l - 35b 15m - 20d	60b - 120b 6m - 25d
21 sag trans	6b - 26b 8m - 10d	13l - 30b 17m - 16d	20l - 50b 33m - 25d	15l - 15d 50m - 3d	10b - 30b 2m - 15d
12 sag trans	10l - 20b 13m - 23d	16l - 8b 21m - 7d	10l - 13b 25m - 23d	11l - 5b 15m - 10d	3l - 5b 2m - 25m
22 sag trans	10l - 48d 20m - 35d	20l - 20b 15m - 15d	0 - 40b 10d - 70d	12l - 45b 27m - 10d	8b - 22b 3m - 20d
31 sag trans	10l - 5b 1m - 5b	10l - 3b 0 - 6m	3l - 75b 23m - 55d	40l - 3b 0 - 20m	15l - 15b 0 - 12m
41 sag trans	10l - 8b 3m - 1b	2l - 11l 5d - 18d	13l - 43b 20m - 28d	27l - 8b 10m - 20d	5l - 25l 6m - 15d
32 sag trans	0 - 10l 1m - 5d	8l - 5b 12m - 6d	55l - 36b 10m - 50m	24l - 5b 50m - 20d	10b - 15b 6m - 15d
42 sag trans	15l - 7b 3m - 18m	0 - 10b 5m - 15d	33l - 30b 55m - 25d	0 - 16l 2m - 33m	12l - 3b 5m - 20m

Einzelergebnisse, REIBEN

PROBAND

ZAHN	11	12	13	14	15
11					
sag	51 - 7b	5b - 35b	1o1 - 53b	81 - 6ob	231 - 5ob
trans	5am - 3d	4am - 26d	35m - 6d	26m - 13d	o - 46m
21					
sag	o - 17b	2b - 3ob	o - 45b	21 - 2b	25b - 13ob
trans	2am - 23d	25m - 23d	43m - 28d	6m - 2d	17m - 9od
12					
sag	o - 1o1	1o1 - 7b	231 - 13b	o - 61	651 - 2ob
trans	25m - 17d	4am - 15d	13m - 12d	o - 13m	35m - 8od
22					
sag	131 - 3b	21 - 25b	1ob - 4ob	11 - 15b	121 - 45b
trans	5am - 3b	7m - 35d	5d - 35d	1am - 22d	45m - 72d
31					
sag	171 - 4b	141 - 331	3o1 - 6b	51 - 5b	131 - 3ob
trans	o - 1od	o - 23m	5m - 14d	3m - 12d	3m - 35m
41					
sag	o - 14b	141 - 361	251 - 18b	31 - 1ob	151 - 6b
trans	13m - 3d	5m - 13m	12m - 1d	5m - 15d	3am - 5d
32					
sag	51 - 17b	1o1 - 241	251 - 17b	1o1 - 5b	131 - 11b
trans	25m - 2d	3m - 17m	15m - 22d	15m - 8d	2am - 7d
42					
sag	51 - 8b	51 - 2o1	221 - 14b	2b - 8b	2o1 - 1ob
trans	o - 1am	o - 25d	5m - 25m	2am - 12d	25m - 1od

Einzelerggebnisse, REIBEN

PROBAND

ZAHN	16	17	18	19
11				
sag	21 - 50b	31 - 30b	o - 30b	10b - 37b
trans	32m - 23d	o - 20m	3m - 16m	11m - 6d
21				
sag	71 - 27b	o - 38b	3b - 30b	131 - 33b
trans	30m - 18d	5m - 20d	16m - 5d	25m - 24d
12				
sag	61 - 12b	101 - 50b	31 - 3b	o - 60b
trans	17m - 5d	30m - 30d	11m - 3d	3m - 33d
22				
sag	21 - 20b	o - 101	201 - 3b	61 - 55b
trans	17m - 33d	25m - 6d	15m - 5d	3m - 15d
31				
sag	221 - 14b	61 - 25b	o - 151	o - 201
trans	15m - 37d	6m - 7d	o - 22d	o - 22m
41				
sag	201 - 10b	61 - 30b	141 - 2b	31 - 201
trans	23m - 7d	1m - 6d	1m - 10d	10m - 17d
32				
sag	101 - 18b	o - 13b	151 - 301	201 - 3b
trans	18m - 10d	5d - 14d	7m - 30m	o - 20m
42				
sag	61 - 25b	61 - 12b	o - 101	201 - 10b
trans	15m - 3d	6m - 19d	6m - 20m	o - 17m

Einzelergebnisse, HACKEN

PROBAND

ZAHN	1	2	3	4	5
11					
sag	o - 18b	o - 8b	o - 6b	3l - 1ol	o - 13b
trans	-	1d - 3d	o - 5m	2m - 3m	o - 1am
21					
sag	-	1l - 2l	5b - 15b	-	6b - 23b
trans	-	3d - 6d	2d - 3d	-	5m - 5d
12					
sag	o - 1ol	5l - 1ol	o - 2l	-	5l - 1ol
trans	o - 8m	5m - 8m	o - 1am	-	3d - 6m
22					
sag	2b - 5b	2l - 4l	1l - 5b	o - 2l	o - 3b
trans	o - 3d	3m - 15m	2d - 8d	2m - 3m	o - 1am
31					
sag	o - 2b	6l - 1ol	26l - 7ol	6l - 13l	14l - 27l
trans	2m - 6m	o - 2d	3m - 23m	2d - 4d	2m - 7m
41					
sag	3l - 3b	6l - 4b	1ol - 33l	6l - 25l	15l - 3ol
trans	2m - 6m	2d - 3d	o - 3m	2m - 6m	8m - 12m
32					
sag	o - 1ob	3l - 5b	17l - 32l	3l - 17l	4l - 2ol
trans	o - 5m	o - 3m	4m - 7m	o - 6m	5m - 1am
42					
sag	o - 6l	o - 6l	3l - 2ol	3l - 5l	1ol - 28l
trans	2m - 4m	3m - 6m	4m - 14m	-	3m - 3d

Einzelerggebnisse, HACKEN

PROBAND

ZAHN	6	7	8	9	10
11					
sag	o - 2l	o - 3l	2l - 7l	13b - 37b	5b - 55b
trans	o - 2d	-	3m - 18m	o - 13d	6m - 30m
21					
sag	5b - 10b	o - 6b	o - 6l	5l - 12l	?
trans	o - 2d	o - 3m	-	o - 3d	?
12					
sag	1l - 10b	1l - 3l	2l - 4l	2l - 4l	o - 20l
trans	3m - 10m	2m - 5m	2m - 2d	8m - 13m	5m - 35m
22					
sag	3l - 6b	2l - 6l	o - 3b	o - 10l	o - 10b
trans	o - 10m	o - 3m	2d - 3d	3m - 3d	1m - 13m
31					
sag	2l - 1b	5l - 10l	o - 6l	17l - 1b	10l - 30l
trans	2d - 4d	2m - 3m	10m - 1d	2m - 10d	o - 5m
41					
sag	o - 6l	6l - 10l	1l - 3b	8l - 25l	5l - 30l
trans	-	4d - 9d	o - 3d	4m - 10m	2m - 15d
32					
sag	o - 5b	6l - 3b	8l - 10l	o - 10l	1l - 3b
trans	3d - 13d	3m - 3d	5m - 10m	o - 12m	10m - 5d
42					
sag	2l - 10l	o - 6l	o - 2l	3l - 13l	?
trans	12m - 1d	2m - 3d	o - 3m	o - 11m	?

Einzelergebnisse, HACKEN

PROBAND

ZAHN	11	12	13	14	15
11					
sag	1b - 6b	5b - 18b	3b - 10b	o - 31	31 - 36b
trans	o - 7m	o - 10d	o - 2m	o - 6m	3m - 20m
21					
sag	3b - 15b	6b - 18b	o - 2b	11 - 1b	20b - 50b
trans	8d - 18d	2m - 3d	o - 6m	o - 2m	10d - 24d
12					
sag	o - 3b	11 - 1b	11 - 1b	31 - 61	281 - 6b
trans	1m - 1d	o - 3m	o - 2d	3m - 10m	o - 45m
22					
sag	3b - 10b	5b - 10b	3b - 5b	31 - 1b	2b - 10b
trans	2m - 6m	2d - 10d	o - 3m	o - 6m	20d - 35d
31					
sag	51 - 151	61 - 141	81 - 2b	o - 101	31 - 5b
trans	o - 5m	2m - 6m	1m - 1d	2m - 3d	5m - 15m
41					
sag	o - 101	51 - 151	o - 201	61 - 2b	o - 41
trans	3d - 8m	3m - 10m	1m - 6m	o - 3d	5m - 1d
32					
sag	o - 231	61 - 141	o - 101	51 - 2b	2b - 5b
trans	20m - 1d	4m - 3d	o - 3d	2m - 4d	o - 6m
42					
sag	31 - 131	51 - 101	o - 101	31 - 3b	21 - 101
trans	o - 3d	5d - 17d	o - 6m	o - 15m	o - 3d

Einzelergebnisse, HACKEN

PROBAND				
ZAHN	16	17	18	19
11				
sag	6b - 11b	5l - 8l	1ob - 26b	1ob - 25b
trans	3d - 13d	3m - 6m	3m - 2om	2m - 6m
21				
sag	3b - 8b	3l - 3b	6b - 24b	4b - 13b
trans	5d - 12d	o - 3m	7m - 3d	o - 6m
12				
sag	o - 1l	2l - 8l	o - 7b	5l - 6b
trans	1m - 1d	o - 1om	5m - 15m	o - 6m
22				
sag	2l - 4l	1l - 8l	6l - 3b	3l - 2od
trans	o - 4m	o - 17m	2m - 28m	o - 4d
31				
sag	5l - 15l	o - 2ol	16l - 6b	3l - 15l
trans	3m - 25d	1om - 2d	o - 6d	3m - 13m
41				
sag	3l - 1ol	7l - 3b	3l - 18l	6l - 18l
trans	o - 7m	3m - 5d	3m - 5m	o - 13d
32				
sag	2l - 6l	2l - 1ol	2ol - 33l	o - 12l
trans	o - 6d	1d - 5d	16m - 24m	o - 13m
42				
sag	2l - 6l	6l - 2ol	1ol - 27l	o - 1ol
trans	2m - 1om	6m - 1d	o - 1om	o - 4m

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach LINKS

PROBAND

ZAHN	1			2			3		
	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11 sag trans	31 6m	22b o	1ob 4m	3b 1m	8b 8d	3b o	15b 1m	- 1d	21 o
21 sag trans	5b 2d	- -	2ob 17m	6l 2d	- 22m	1ol 19m	26b 3d	o/33b 5m/6d	o 2m
12 sag trans	15l 13m	3l -	7l 9d	23l 9m	- 11m	7l o	5l 13m	- 7d	o o
22 sag trans	6b 5d	- 6m	o 2m	6l 13m	12b/12l 33m/16d	6l 1am	6b 12d	o/17b 5d/23d	3l 2m
31 sag trans	2l 4m	16l -	3l 4d	1ol 3d	5b 6d	1ob 3d	85l 3am	- 2d	6l o
41 sag trans	7l 6m	- 11m	1b o	17l 26m	1ob o	13l 23m	33l o	7b/33l 21d/35m	o 1am
32 sag trans	7b 9m	2ol 3m/2am	3l o	o 3d	9ol 6am	45l 3am	3ol 17m	36l/6l 6m/17m	13l 5d
42 sag trans	5l 2m	7l 4m	3b o	o 13m	6b 3m	6l 13m	25l 1am	- 2m/24m	6b o

A = Anfangswert;

d.l.M. = dazwischenliegende Maximalwerte; E = Endwert

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach LINKS

PROBAND									
4					5				
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11									
sag	21	2b	o	1ob	-	o	61	-	11
trans	1m	3m	1m	1m	18d	6d	5m	-	o
21									
sag	71	2ob	7b	2ob	11b/3ob	o	2ob	2b/5b	3b
trans	6m	26m	3m	o	36m	23m	2m	15m	3m
12									
sag	21	-	o	61	1o1	61	5b	51	o
trans	4m	o	o	o	3m/6d	o	1am	3d	o
22									
sag	31	-	o	3b	13b/5b	1ob	8b	121	31
trans	5m	23m	7m	12m	2am	o	3d	25m	6m
31									
sag	81	5b	31	2o1	1ob	3b	131	-	o
trans	o	-	3m	6m	6d	3m	17d	-	o
41									
sag	131	33b	6b	271	-	61	1o1	3b	o
trans	5m	12d	3d	12m	-	6m	1m	-	o
32									
sag	2o1	15b	1ob	181	-	1ob	71	6b	o
trans	1am	3m	1om	1am	-	o	1od	21d	o
42									
sag	61	-	21	231	-	o	1o1	5b	o
trans	1m	-	4d	3m	-	5d	16m	-	o

Einzelerggebnisse, Laterotrusion nach LINKS

PROBAND									
7			8			9			
ZAHN	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.
11									
sag	5l	-	6l	15l	-	o	3ob	-	1ob
trans	8d	-	5m	23m	-	o	6d	2od	5m
21									
sag	6b	-	16l	7l	18l	7l	15b	13l	o
trans	2d	-	1am	5d	23m	14m	3d	5am	2m
12									
sag	6b	-	5b	6l	-	o	3l	5b	3b
trans	3d	-	6d	7m	-	o	3m	2d	3m
22									
sag	2l	8l/12b	1b	o	3ob	o	1ol	2ol/5ob	5l
trans	3m	7m/12d	1d	o	65d	o	5m	2am/27d	3d
31									
sag	6l	1ob	5b	1l	26l	11b	26l	5m	6l
trans	3m	-	o	6d	2am/o	1am	16d	7m/4d	13m
41									
sag	7l	5b	3l	5b	5l	2ob	3ol	8b	o
trans	3d	1od	o	2od	13m/o	1od	13m	1m	4m
32									
sag	4l	3b/3l	2b	8l	6ol	25b	2ol	12b	1ol
trans	3m	5d/12m	2d	7m	4am	1od	15m	5am	15m
42									
sag	5l	6b	2b	3b	-	18b	15l	-	o
trans	1m	6d	3d	3m	5d/8m	12d	23m	3m/6m	5d

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach LINKS

PROBAND									
13			14			15			
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11									
sag	lob	-	o	5l	-	o	33b	45b	16l
trans	3d	1od	o	1am	8d	2d	35m	4am	6od
21									
sag	o	6l/75b	5ob	2b	-	o	1o4b	-	6l
trans	6m	36m	3d	1m	7m	3m	75d	-	3od
12									
sag	o	5b/1l	2b	6l	-	o	3b	6o/5ob	o
trans	3d	8d	o	6m	3d	o	3am	9od	6m
22									
sag	o	3ob	1ol	6l	17b/o	8b	7b	23b/1ob	o
trans	3m	o/45m	1am	8m	15m/26d	o	5od	55d/55m	13m
31									
sag	6l	28b/18l	1ob	3l	-	5b	11l	-	2ob
trans	6d	18d/5m	3m	3d	1od	5d	16m	o/6m	3m
41									
sag	2ol	18b/o	14b	3l	-	o	6l	-	4b
trans	6m	-	o	o	5m	1m	5m	1od	o
32									
sag	13l	1ob	6b	12l	16l	o	o	3b/13l	5b
trans	2d	6m/2od	6m	1am	13m/3d	o	3m	23m	3m
42									
sag	1ol	2ob	5b	o	3b	2b	o	28l/14h	1ob
trans	2m	2am	o	1am	o/15m	o	6m	15m/25d	3d

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach LINKS

PROBAND									
16					17				
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11									
sag	10b	-	2l	6l	-	12l	23b	-	o
trans	6d	2od/2d	12d	1am	5m	14m	21m	-	o
21									
sag	8b	-	7l	5l	33b/16b	25b	16b	24b	o
trans	1od	35m	15m	o	3am	17m	8m	17m	15m
12									
sag	5l	-	o	1ol	1b	3l	6b	-	o
trans	3m	5d	2d	8m	6d	2d	17m	-	3d
22									
sag	2b	4l	13b	5l	8l/8b	3l	6l	2l	15l
trans	4m	o/4am	2am	6m	25m/6d	1am	2am	14m	2am
31									
sag	2ol	6b	o	15l	22b	17b	13l	-	6b
trans	17d	-	7od	6m	o	4m	12d	-	1m
41									
sag	16l	-	o	5l	26b/23b	3ob	16l	-	3b
trans	7m	13m	o	o	-	5d	3d	3m	o
32									
sag	3l	35l	3l	6l	-	12b	3ol	-	o
trans	o	13d/6am	23m	o	13d	8d	3am	-	o
42									
sag	1ol	5b	o	18l	-	o	25l	-	o
trans	12m	18m	o	6m	o	4m	5m	1d/16m	o

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach LINKS

PROBAND

19			
ZAHN	A.	d.l.M.	E.
11	25b sag trans	-	10b o
21	11b sag trans	-	17l 3m
12	10b sag trans	-	3b 6d
22	23b sag trans	47b 5d	6b 3m
31	13l sag trans	-	6b 4d
41	20l sag trans	-	10l 1m
32	13l sag trans	-	10b 17m
42	10l sag trans	-	3l 12m

Einzelerggebnisse, Laterotrusion nach RECHTS

PROBAND

		1		2		3			
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11									
sag	O	7b	5b	2l	23l	13l	13b	23b	O
trans	6m	12m	1am	O	1am	O	1m	5m/1d	3m
21									
sag	3b	-	3b	6l	O	5l	3ob	1ob/27b	5l
trans	1d	-	2m	1d	-	12d	4d	1d/6d	O
12									
sag	2ol	5l	18l	25l	26b	25l	3l	1b	1l
trans	1am	21m	17m	9m	5b/15m	O	1am	17m/6d	3m
22									
sag	6b	2b	6b	1ol	6b	O	7b	6l	O
trans	6d	3d	15d	15m	-	O	14d	-	O
31									
sag	3b	2b	3b	13l	-	O	86l	-	1ol
trans	6m	-	O	5d	8d	3d	3am	5d	O
41									
sag	6l	15l	O	O	1ol/5b	8l	3ol	42l/1ol	25l
trans	6m	-	11d	1od	-	1am	3m	14m/3d	2am
32									
sag	7b	-	16b	4b	-	13b	4ol	32l/45l	28l
trans	1am	-	5d	1od	5m	2d	17m	25m/3m	O
42									
sag	7l	-	3b	O	66l	1ol	28l	23l/33l	O
trans	1am	-	O	13m	13d/25m	O	13m	22m/1am	O

A = Anfangswert; d.l.M. = dazwischenliegende Maximalwerte; E = Endwert

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach RECHTS

PROBAND

ZAHN	4				5				6			
	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11 sag trans	31 2m	- 3d	1o1 o	1ob 2m	131/6b -	81 4cm	1o1 5m	2o1 1d/4m	41 2d			
21 sag trans	41 9m	231 3d	121 o	13b o	- 8m/36d	o 2od	16b 4m	- 3d	3b o			
12 sag trans	31 o	3o1 2cm	21 1od	61 5m	6b 8d/25m	1o1 o	5b 8m	o/13b 5m/15m	2b 2m			
22 sag trans	21 5m	51 -	31 2m	41 2cm	- -	o 1cm	6b 5m	o/61 15d	o 5d			
31 sag trans	81 o	13b -	121 3m	2o1 1cm	- -	o o	1o1 1od	5b 5d/1od	o o			
41 sag trans	131 6m	23b 6d	131 7m	231 1cm	21 2d	121 5m	131 2m	7b -	o o			
32 sag trans	1o1 5m	171 2m	3b 5m	51 8m	2ob -	13b o	81 1od	111 13d	o o			
42 sag trans	61 1m	131 5d	21 1m	231 6m	4b 8d	1o1 6m	1o1 18m	15b o/3m	2b o			

Einzelsergebnisse, Laterotrusion nach ~~W. W.~~

PROFIL

ZAHN	T	d.l.l.M.		d.l.l.M.		d.l.l.M.		d.l.l.M.	
		A.	E.	A.	E.	A.	E.	A.	E.
11									
2001	1/1	141/11	161	1/1	261	2/1	121	4ck/101	2ck
10003	2/1	261	20	1/10	4/10	1/10	1/10	1/10	0
21									
2001	6/1	11	6/1	101	-	0	0	0/5/1	2/1
10003	2/1	101	0	6/1	5/1/1/1	5/1	5/1	1/1	0
12									
2001	6/1	5/1	11	41	6/1/1/1	5/1	5/1	6/1/4/1	11
10003	2/1	1/10	10	5/10	6/1/1/1	2/1	2/1	4/1	0
22									
2001	4/1	41/4/1	2/1	21	-	0	0	7/1	0
10003	0	101	1/1	0	1/1	2/1	2/1	1/1	0
31									
2001	101	5/1	0	201	2/1	14/1	14/1	6/1/1/1	0
10003	2/1	4/1	0	5/10	3/10	5/1	1/1	2/1/5/1	10/1
41									
2001	6/1	5/1	21	6/1	-	2/1	2/1	1/1	1/1
10003	2/1	101	5/1	1/1	4/1	2/1	2/1	2/1	5/1
52									
2001	5/1	7/1	5/1	71	2/1	1/1	1/1	1/1/1/1	1/1
10003	6/1	1/1	1/1	10/1	2/1	0	0	2/1/1/1	4/1
42									
2001	6/1	6/1/1/1	5/1	14/1	111	2/1	2/1	6/1/6/1	5/1
10003	1/1	101	0	1/1	10/1/2/1	2/1	2/1	2/1	6/1

Einzelergebnisse, Laterotrusion nach RECHTS

PROBAND

ZAHN	10		11		12	
	A.	d.l.M. E.	A.	d.l.M. E.	A.	d.l.M. E.
11 sag trans	5ob 1am	7ob 15m o 1am	o 6d	- 6m	19b 1od	26b 3am o 17m
21 sag trans	15b 3m	- - o o	5l 6m	- 1d/3am	8l 27m	24b 28d 1ob 17d
12 sag trans	2b 2am	1ol 4am o o	1l 3m	- -	1ol 1od	13l 45m 9l 23m
22 sag trans	6b 6m	- 15d o o	8b 5m	- 35m	o 32m	15b 3od 12b 2od
31 sag trans	2ol 3m	- - o o	1ol 3m	5l 5m	1ol 1d	3b 5d o o
41 sag trans	23l o	o 18d 5l 13d	15l 12m	2b o	2l 3m	- - o 8d
32 sag trans	?	?	2ol 1am	- -	o 2am	o c
42 sag trans	2ol 2am	- 12d o 15m	7l 2m	- -	6l 14d	15l/17b 3od 14b 2od

Einzelerggebnisse, Laterotrusion nach RECHTS

PROBAND				
19				
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	
11				
sag	22b	-	12b	
trans	6m	11m	3m	
21				
sag	15b	-	o	
trans	6m	6d	3d	
12				
sag	3b	o/1ob	6b	
trans	3m	1am/o	5m	
22				
sag	25b	-	o	
trans	6d	-	o	
31				
sag	13l	-	2l	
trans	3m	-	25m	
41				
sag	16l	-	o	
trans	1od	-	2od	
32				
sag	13l	-	o	
trans	1am	-	o	
42				
sag	5l	1ol	1ob	
trans	3d	-	26m	

Einzelergebnisse, VORSCHUB

PROBAND

ZAHN	1		2		3		E.	d.l.M.	E.
	A.	d.l.M.	A.	d.l.M.	A.	d.l.M.			
11									
sag	5b	6ob	6b	6l	13b	25b	6b		
trans	1am	-	1d	6d	1m	3m/1d	3m		
21									
sag	3b	2ob	6b	45b	2ob	3ob	o		
trans	2d	3m	6d	1od/3d	3d	-	o		
12									
sag	1ol	2ol	23l	46b	1l	6l	1l		
trans	7m	-	5m	5d	1am	15m/o	3m		
22									
sag	4b	7l	1ol	17b/5l	6b	14l	5l		
trans	6d	-	15m	17d/3m	9d	3m	o		
31									
sag	2b	11l	13l	23b/6ol	66l	85l	o		
trans	3m	-	o	28m	25m	6d/o	5d		
41									
sag	6b	35l/5ob	3ol	13b/4ol	35l	-	15b		
trans	3m	1od	2od	5am	3d	7d/11m	5m		
32									
sag	16b	3l	6l	7b/63l	35l	-	3b		
trans	1am	-	6m	25d/12m	2am	5d	o		
42									
sag	5l	2ob/17b	5l	2ob/6ol	28l	46l	14b		
trans	3m	1am	13d	35m	15m	28m/1am	15m		

A = Anfangswert; d.l.M. = dazwischenliegende Maximalwerte; E = Endwert

Einzelergebnisse, VORSCHUB

		PROBANT					
		4			5		
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.
11							
sag	3l	o	3l	1ob	6ob	33b	8l
trans	1m	12d	3d	6m	36d	3od	3m
							2b/6l/12b 2l 2od o
21							
sag	1ol	7ob	5b	13b	75b/3ob	5ob	15b
trans	5m	o	5m	5m	3d/15m	3m	o
							31b/5b 2l 3m/1od 2d
12							
sag	3l	o/3l	o	6l	2ol	1ol	4b
trans	3m	5m	3m	o	27d	1am	1am
							1ol o - o
22							
sag	1l	25l	13l	2l	8l	o	8b
trans	4m	6m	2m	15	-	4m	o
							5b/25b 3b 2od o
31							
sag	7l	15l/3ob	15b	12l	25l/25b	23b	12l
trans	o	7d	o	6m	2am/1od	o	18d
							3l/12l 12b 18m 3m
41							
sag	23l	2ob/14b	25b	17l	-	15b	17l
trans	5m	2am/3d	o	11m	19m	3m	2m
							1ol/3ol o 1am 2d
32							
sag	17l	-	15b	5l	23b/1ol	6ob	5l
trans	3m	7m/7d	o	12m	5d/23m	6d	1od
							- 8b o 6d
42							
sag	5l	-	o	18l	-	16b	18m
trans	1d	7d	3d	6m	22m	11d	-
							9d

Einzelergebnisse, VORSCHUB

PROBAND									
7					8				
ZAHN	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.
11									
sag	51	91/6b	231	181	8ob	131	3ob	65b	5b
trans	8d	9m/1d	2m	22m	25d	2om	13d	8m	o
21									
sag	6b	21/48b	5b	91	181	131	15b	5ob	4b
trans	2d	3m	2om	5d	2om	7m	5d	2od	4d
12									
sag	6b	3b	91	61	1ol/6b	31	21	12b/1ol	61
trans	3d	2m/9d	8d	3m	15d	3d	2m	13d/16m	o
22									
sag	4b	2ol/6b	61	o	61/2ob	o	1ol	3ol	31
trans	o	16m/13m	16m	5d	3m/43d	6d	o	13d	o
31									
sag	41	1ob	2b	51	451	231	151	4ol	3b
trans	o	5m	2m	7m	17d/12m	4d	13d	3m	3d
41									
sag	71	11b	8b	3b	121	43b	3ol	7ol	3b
trans	3d	1od	5d	16d	6m	2od	15m	22m	o
32									
sag	41	15b	1ob	71	-	33b	151	-	1ob
trans	2m	-	15d	1om	2om	15m	16m	17m	3d
42									
sag	51	2ob	17b	23b	361	o	151	-	6b
trans	2d	3m/8d	5d	8m	8d/5om	2od	22m	2od	3d

Einzelergebnisse, VORSCHUB

PROBAND

ZAHN	10				11				12			
	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.
11 sag trans	55b 25m	10ob 2d	75b 5m	3b 5m	2ob 5m/6d	5l 3m	2ob 6d	7ob/17l 27d	3l 18m			
21 sag trans	1ob 3m	3b/3ob 1od	2ob 6d	13b 12d	9ob/8ob 2am/6d	9ob 3m	2ob 5m	8ob 26d	45b 12d			
12 sag trans	2b 2am	- -	8l o	3l 5m	- -	6l 16m	1l o	23l 5m	1l 3d			
22 sag trans	15b 5m	5b 26d	23b 6d	7b 4m	- 5m	17l 4m	5b 3d	32l 15d/2am	15l 5m			
31 sag trans	2ol 3m	- 2am/o	5b 2am	7l 6m	3l/43l 2m	37l 7m	22l 5m	55l 3d	1ob 12m			
41 sag trans	25l 3m	3ol/3l 35m	5l 1am	15l 6m	o/1ol -	2b 6d	23l 13m	9ol/3b 25m/o	1ol 3m			
32 sag trans	16b 1am	2ob 7d	3b 3d	18l 13m	23l/4ol 25d/14d	27b 25d	8l 6m	14l 16m	14b 15d			
42 sag trans	15l 1am	- 18d	5b 1od	11l 6d	1ob 7m	3b 3d	2l 6d	13b 7m	1ol 27d			

Einzelergebnisse, VORSCHUB

PROBAND										
13		14			15					
ZAHN	A.	d.l.m.	E.	A.	d.l.m.	E.	A.	d.l.m.	E.	
11	sag trans	6b 1m	9ob 7m/13d	o 1am	3l 12m	6ob 3d/3m	o 2m	26b 26d	1ob/3ob 33d	1ol o
21	sag trans	2l 1am	6l/10ob 17d	25b 3d	2b o	45b 3m	17b o	68b 7d	98b 1o3d	6l 26d
12	sag trans	o 3d	25l/25b 1m	17b 18d	7l 3m	4l/6l -	3l o	13b 25m	1ob/4ob 65d	1ol 3d
22	sag trans	3l 7m	5b/3ol 15d/1am	14l 5m	4l 4m	7b 7m/16d	4l 7m	27b 1ood	- -	o 3m
31	sag trans	13l 6d	2l/43l 12d/12m	o o	2l 3m	- 5m	5b 4m	6l 23m	- 33m	25b 4d
41	sag trans	o 6m	6ol 25m	15b 5m	1l 2d	3b/2ol 12m	o 1d	12l 12m	15l 17m/2od	28b 13d
32	sag trans	25l 2m	6b/15l 12d/3m	4ob 12d	6l 3m	2ol o/12m	3b 3d	6b 7m	22b 1od	15b 3d
42	sag trans	17l 8m	3b/15l 11m	23b 18d	2b 1am	5b -	3b 3d	3l 17m	1ol 24m/o	15b 5m

Einzelergebnisse, VORSCHUB

PROBEN II

	16		17		18	
NACH	A.	d.l.l.M.	F.	A.	d.l.l.M.	F.
11						
saq	6b	o/45b	37b	81	151/33b	61
trans	o	10d/13m	10m	13m	5m/13m	6m
21						
saq	6b	o/45b	30b	51	45b	3b
trans	12d	10m	24d	1m	17d/4m	3d
12						
saq	o	51	o	61	131	10b
trans	2m	10d	o	3m	5m	6d
22						
saq	2b	12b	31	41	121	21
trans	6m	16d	12m	8m	15m	2m
31						
saq	151	10b/551	61	151	15b/5b	14b
trans	25d	18d/75d	20d	10m	3d/6m	3d
41						
saq	61	2b/371	15b	71	241/181	15b
trans	o	5d/33m	15d	6m	10m	3d
22						
saq	31	81/12b	121	71	-	18b
trans	6m	37m	20m	1m	15d	10d
42						
saq	31	23b	10b	151	10b	31
trans	6m	o/15m	3d	3m	21d/o	6d

Einzelergebnisse, VORSCHUB

PROBAND

19			
ZAHN	A.	d.l.M.	E.
11			
sag	13b	94b	55b
trans	5m	1cm/o	3m
21			
sag	15b	7b/18b	7ob
trans	7m	26d	23d
12			
sag	3b	3ob/6l	o
trans	4m	26d	o
22			
sag	27b	13l	5b
trans	6d	5m	3m
31			
sag	1ol	-	3ol
trans	11m	33m/3d	o
41			
sag	18l	28l	15l
trans	6d	18m	5d
32			
sag	5l	13l	6b.
trans	6m	2cm	3m
42			
sag	6l	12l	2l
trans	3m	1od	4m

Einzelergebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspidation

PROBAND									
1		2		3					
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11									
sag	55b	-	18b	55b	4ol	16b	6b	7l	15b
trans	2od	-	o	8m	-	o	3m	1am	o
21									
sag	3l	18b	6b	12b	35b	o	o	-	26b
trans	o	3m	2d	6d	13d/6d	13d	o	-	3d
12									
sag	12l	17l/13l	17l	13l	43b	6l	1l	3l/2b	o
trans	18b	-	3d	3m	2od	5d	3m	-	13m
22									
sag	3l	6l	4b	o	5l/17b	4l	5l	1ol/5l	8l
trans	12d	8d	1od	3d	2od	1am	o	3m/5d	o
31									
sag	4b	11l	1d	5l	26l	5l	o	7ol	77l
trans	3d	-	5m	1am	17m	5m	5d	o/7d	18m
41									
sag	2od	3ob/7l	3b	5b	-	35l	15b	-	37l
trans	13m	3d	6m	o	2am/5d	25m	5m	2am	o
32									
sag	2ob	3l	1ob	2ol	5b/5ol	15l	3b	-	32l
trans	6d	-	6m	3d	1od/25m	1od	o	4d	7m
42									
sag	2ob	-	3l	3b	9ol	o	14b	-	2ol
trans	o	1am	o	o	25m	6m	15m	9m/23m	7m

A = Anfangswert;

d.l.M. = dazwischenliegende Maximalwerte;

E = Endwert

Einzelergebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspitation

PROBAND

	4				5				6			
ZAHN	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.	A.	d.l.M.	E.
11												
sag	3l	o	3l	33b	-	13b	2l	12b	6l			
trans	3d	12d	o	3od	1m/3d	2d	o	21d	1d			
21												
sag	5b	8ob	o	5ob	-	23b	3l	21b	1ob			
trans	5m	2m/1am	3m	3m	13m	o	2d	o/6d	2d			
12												
sag	o	-	6l	1ol	18l/3b	3l	o	6l/6b	5b			
trans	3m	5m/2d	o	1am	2od	3d	o	-	1am			
22												
sag	13l	2ol/3b	o	o	4l	o	3b	13b	2b			
trans	2m	4m	3m	4m	1am	6m	o	1od	o			
31												
sag	15b	23b/15l	8l	23b	32l	22l	12b	5l	o			
trans	o	7m	3d	o	12m	8m	3m	1am	6d			
41												
sag	25b	2ol	1ol	15b	3ol	25l	o	22l	1ol			
trans	2m	13m	o	8m	1am/3m	1am	2d	-	2m			
32												
sag	15b	15l	1ol	6ob	-	14l	8b	7l	o			
trans	o	6m	5m	6d	-	12m	6d	1d/17d	o			
42												
sag	o	-	5l	16b	27l	2ol	o	15l	o			
trans	3d	o	2d	11d	7m	o	9d	13m	3m			

Einzelerggebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspidation

PROBAND

		7			8			9		
		A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.
11	sag trans	211 1m	- 6m	51 8d	131 2am	35b 15d	61 12m	5b o	41/45b 1am	3ob o
21	sag trans	5b 2m	26b 1d/3m	6b 2d	131 7m	- -	51 7d	4b 4d	4ob 16d	8b o
12	sag trans	91 8d	161 2d/3d	6b 3d	31 3d	13b 25d	31 5m	61 o	21 6m	51 3d
22	sag trans	61 16m	- 6b/61	4b o	o 6d	2ob 3od	o 3d	31 o	3ol 1od	1ol 5d
31	sag trans	2b 2m	- o/4m	131 2m	231 4d	3ol 15m	18b 13d	3b 3d	251 5m	1ol 6d
41	sag trans	8b 5d	- 7d/2m	111 o	43b 2od	151 -	81 1am	3b o	441/171 5d	3ol 15m
32	sag trans	1ob 15d	- -	51 4m	33b 15m	- -	71 18m	1ob 3d	211 23m	151 2am
42	sag trans	17b 5d	2ob 8d	61 o	o 2od	35b 28m/3m	181 16m	6b 3d	14b -	131 2am

Einzelergebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspitation

PROBAND

ZAHN	10	11			12		
		A.	E.	d.l.M.	A.	E.	d.l.M.
11							
sag	75b						
trans	5m						
		10ob	o	1b	3l	o	17l/7ob
		1od	1am	4m	18m	o	33d
21							
sag	2ob	3ob/6b	1ob	-	45b	13b	7ob
trans	6d	1od	o	6m	12d	3d	2od/7m
							17b
12							
sag	8l	15b	2b	-	1l	2b	15l
trans	o	2am/1am	2am	-	3d	o	2m
							11
22							
sag	23b	27b	5b	-	15l	6b	27l/1ob
trans	6d	23d	o	3d	5m	o	23m/2od
							4b
31							
sag	5b	3ol	6l	-	1ob	o	33l
trans	2am	o	1am	5m/7m	12m	6m	5m/17m
							2ol
41							
sag	5l	3ol	5l	3ol	1ol	6b	55l
trans	1am	23m	1am	12d/12m	3m	3m	2am
							25l
32							
sag	3b	6b	5l	34b/18l	14b	6l	2ol
trans	3d	6m	3m	-	15d	1am	7m
							15l
42							
sag	5b	18l	3l	15l	1ol	6l	1ob
trans	1od	15m/1od	6m	1d	27d	o	3m/12m
							o
							5m

Einzelergebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspitation

PROBAND

	13			14			15		
ZAHN	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.
11									
sag	o	1o5b	1ob	o	55b	3l	1ol	46l/35b	o
trans	1am	2d/1am	4m	2m	-	9m	o	2od	5d
21									
sag	25b	9ob	5b	17b	4ob	2ob	6l	45l/3ol	55l
trans	3d	15d	15m	o	3m	o	26d	13d/35d	23d
12									
sag	17b	36l	o	3l	2l/4l	1l	1ol	22l/1ob	o
trans	18d	1am/13d	o	o	3m	o	3d	35m/3od	12d
22									
sag	14l	25l/14b	o	4l	6b	3l	o	6b	o
trans	5m	-	2m	7m	16d	3m	3m	-	5d
31									
sag	o	27b/32l	3l	5b	-	o	25b	19b/3l	o
trans	o	2od/17m	3m	4m	5m	3m	4d	1od/3m	o
41									
sag	15b	53l	13l	o	15l	o	28b	6l	o
trans	5m	17m	8m	1d	12m	1m	13d	3d/13d	9m
32									
sag	4ob	65b	13l	3b	15l	o	15b	-	5l
trans	12d	15d/7m	3d	3d	1am	2m	3d	6d	3m
42									
sag	23b	36b/17l	8l	3b	o	2b	15b	-	o
trans	19d	8m	3m	3d	-	3m	5m	3m/12m	o

Einzelerggebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspidation

PROBAND

		16				17				18			
ZAHN		A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.	A.	d.l.l.M.	E.
11	sag trans	35b 1cm	o/3ob o/4cm	1ob 1cm	6l 6m	1ob 3m	o 1cm	o 5m	- -	26b 1cm			
21	sag trans	3ob 24d	17b/3ob o/36d	13b 13d	3b 3d	3ob/5b 6d	18b 3m	o 1m	- -	2ob 6m			
12	sag trans	o o	22b 16d	o o	1ob 6d	3l -	o 3m	o 3m	- -	3b o			
22	sag trans	3l 12m	5l o	5b 3m	2l 2m	- 13m	9b 7m	6l 6m	- -	o 3cm			
31	sag trans	6b 2od	23l/3l o	15l 5od	14b 3d	22l 13m	3l o	1ob o	3l -	o o			
41	sag trans	15b 15d	- 12m	8l 3m	15b 3d	15l 3m/15d	7l 2m	6b 1m	12l 4m	o 3d			
32	sag trans	12l 2cm	5b 7m/14m	6l o	18b 1od	23b/5l 11d	o o	1ol 8m	- -	15l 22m			
42	sag trans	1ob 3d	1ol/5b 2cm/3d	o 1cm	3l 6d	1ob/23l 11d/6m	15l 3m	5b 3m	- 9m	o o			

Einzelergebnisse,

Aus Protrusion zurück in max. Intercuspitation

PROBAND			
ZAHN	19	A. d.l.M.	E.
11	55b	66b/2ob	35b
sag	3m	o	1cm
trans			
21	7ob	75b/13b	17b
sag	23d	-	3m
trans			
12	o	81/25b	7b
sag	o	26d	o
trans			
22	5b	121/27b	15b
sag	3m	5m/5d	o
trans			
31	3ol	15l	2ol
sag	o	-	27d
trans			
41	15l	1ol	22l
sag	5d	1cm	7d
trans			
32	6b	-	7l
sag	3m	13m	3m
trans			
42	2l	1ol	6l
sag	4m	4d/2m	o
trans			

Einzelergebnisse, SCHLUCKEN

PROBAND

ZAHN	5	6	7	8	9	10	11	12
11 sag trans				1ob 1am	1ob 2m	15b 5m	26b 2am	8b 2d
21 sag trans				1ob 3d	8b 4d	2ob 2d	45b 16d	1ob 2d
12 sag trans				1ob 23d	11b 7d	5l 1od	2ob 17d	3b 12d
22 sag trans				2ob 33d	15b 2od	1ob 1od	23b 17d	8b 12d
31 sag trans	12l 3m	1ol 4m/4d	5b 1d	42b 2am	2ob 3m	8b 1am	2ob 2od	8b 2d
41 sag trans	1ob 6m	8b 1d	15b 1od	4ob 14d	6b 3d	8b 5m	25b 1am	1ol 2m
32 sag trans	25l 6m	1ol 12d	3l 3m	33b 8m/6d	13b 2am	6b 3d	14b 5d	3b/13l 3m/3d
42 sag trans	2ol 1am	8b 6m	6b 3d	3ob 3od	6l 6m	2o. 13d	2ob 12m	1ob 18d

Einzelergebnisse, SCHLUCKEN

PROBAND							
ZAHN	13	14	15	16	17	18	19
11 sag trans	4ob 3d	35b 6m	33b 2od	12b 3d	1ob 5m	25b 15m	3b 2m
21 sag trans	3ob 5m/5d	35b 3m	4ol/8b 1am/36d	2ob 13d	15b 3m	2ob 12m	5b 3d
12 sag trans	23b 15d	- -	1ob/1ol 6m/36d	8b 8d	15l 15m	6b 1am	1ob 6d
22 sag trans	18b 23b	6b 13d	1ob 25m	8b 12d	1ol 1am	5b 2am	3b -
31 sag trans	3ol 45d	1ob 3d	1ol/1ob 6d/13m	6d 15m	5l 3m	15b 3m	3b 3m
41 sag trans	35l 6m	15b 1m/1d	15b/5l 1od/13m	5l 3m	8l 3m	1ob 3d	1ob 3m
32 sag trans	33b 2od	1ob 1od/6m	3ob 4m/1od	5b 6d	13l 6m	3ol 3am	3b 2d
42 sag trans	7b/17l 15d	12b 1am	16b 6m	8b 6d	12l 6d	5l 4d	6b 6d

Einzelerggebnisse, ZÜGENDRUCK

PROBAND

ZAHN	1	2	3	4	5	6	7
11 sag trans	45b 15d	5ob 6m	18b 2m	3b 6d	6ob 35d	15b 2od	32b 15m
21 sag trans	27b 7m	3ob 7d	25b 5d	4ob 3m	65b 5m	3ob 7d	33b 5m
12 sag trans	1ob 1od	26b 1od	8b 33m	18b 14d	61 17d	151 15d	22b 15d
22 sag trans	25b 26d	7b 17m	5b 13d	1ob 1od	2ob 23d	25b 2od	15b 12d
31 sag trans	3ob 5m	2ob 6m	45b 5m	45b 7m	5ob 1d	5b 5m	4ob 5d
41 sag trans	7ob 12m	1ob 1od	2ob 2am	25b 3d	55b 5d	1ob 1m	25b 13d
32 sag trans	3b 6m	12b 2od	2ob 2d	3ob 6d	5ob 1od	7b 5d	15b 2od
42 sag trans	23b 13d	3ob 5d	4ob 1am	1ob 6m	22b 15d	171 5m	17b 13d

Einzelergebnisse, ZUNGENDRUCK

PROBAND

ZAHN	8	9	10	11	12	13	14
11 sag trans	36b 3d	50b 5m	50b 5m	36b 33m	30b 2d	65b 6m	60b 5m
21 sag trans	33b 5d	45b 10d	35b 6d	60b 10d	20b 6m	30b 10m	45b 3m
12 sag trans	20b 35d	40b 33d	15l 25d	20b 15d	3b 3d	30b 10d	6b 11d
22 sag trans	25b 45d	35b 55d	20b 30d	5b 33d	3b 8d	14b 23d	12b 23d
31 sag trans	50b 27m	50b 12m	13b 6m	30b 27d	23b 3m	48b 15d	20b 6m
41 sag trans	42b 12d	13b 5m	15b 10m	30b 20m	30b 4d	55b 5m	30b 7d
32 sag trans	23b 22d	20b 13d	20b 10d	20b 14d	12b 10d	60b 10d	25b 6d
42 sag trans	33b 35d	10b 10d	28l 18d	14b 10m	25b 26d	40b 18d	25b 20d

Einzelergebnisse, ZUGENDRUCK

PROBAND

ZAHN	15	16	17	18	19
11 sag trans	45b 8d	25b 3d	20b 3d	33b 10m	40b 3d
21 sag trans	55l 33d	25b 7m	35b 10d	28b 8m	30b 10d
12 sag trans	23b 36d	13b 15d	6l 22m	8b 6d	20b 25d
22 sag trans	23b 20d	17b 30d	8l 20d	3b 5m	13b 2d
31 sag trans	25b 6d	12b 12m	33b 2d	35b 5d	20b 3m
41 sag trans	15b 20m	12b 5d	18b 5m	28b 10m	22b 3d
32 sag trans	8b 3d	13b 13d	10b 2m	33b 23d	6b 3d
42 sag trans	16b 7d	12b 7d	10b 20d	15b 15d	12b 3d

9.o. Lebenslauf

Am 2.Mai 1953 wurde ich, Bernd Adolf Kaiser, als zweites von vier Kindern des Zahnarztes Dr.Adolf Kaiser und seiner Ehefrau Annegret, geb. Nowack, in Miltenberg/Main geboren.

Im Juli 1955 wechselten meine Eltern den Wohnort nach 92o lo Vindeln in Nordschweden. Dort besuchte ich in der Zeit von 196o bis 1967 die Grundschule. Von 1968 bis 1969 besuchte ich die Realschule in Osby, Kristianstads Län, Schweden.

Im August 1969 kehrte ich mit meinen Eltern zurück nach Deutschland, wo ich im neusprachlichen Zweig des staatlichen Leibnitz-Gymnasiums in Neustadt an der Weinstraße eingeschult wurde. Hier legte ich am 15.Mai 1973 die Abiturprüfung ab.

Vom Wintersemester 1973 bis zum Sommersemester 1979 belegte ich das Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz und legte dabei folgende Prüfungen ab:

o4.Oktober 1974: Naturwissenschaftliche Vorprüfung
für Zahnmediziner;

29.März 1976: Zahnärztliche Vorprüfung;

25.Juni 1979: Zahnärztliches Staatsexamen.

Vom ol.Juli 1979 bis 15.Februar 198o arbeitete ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter der prothetischen Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz.

Seit 18.Februar 198o bin ich als Assistenzzahnarzt in der Praxis des Dr.Klaus-Dieter Hellwege, 6758 Lauterecken/Pfalz, tätig.

Am 23.August 1979 heiratete ich die Medizin-Studentin Fräulein Sigrid Ultes aus Landstuhl/Pfalz.

An dieser Stelle möchte ich mich bei
Herrn Professor Dr. G. Siebert
für die Überlassung des Themas und für
die Unterstützung bei allen während der
Arbeit auftretenden Schwierigkeiten be-
danken.

Mein Dank gilt auch
Herrn Professor Dr. K. Fuhr
für die freundliche Übernahme des
Korreferates.

